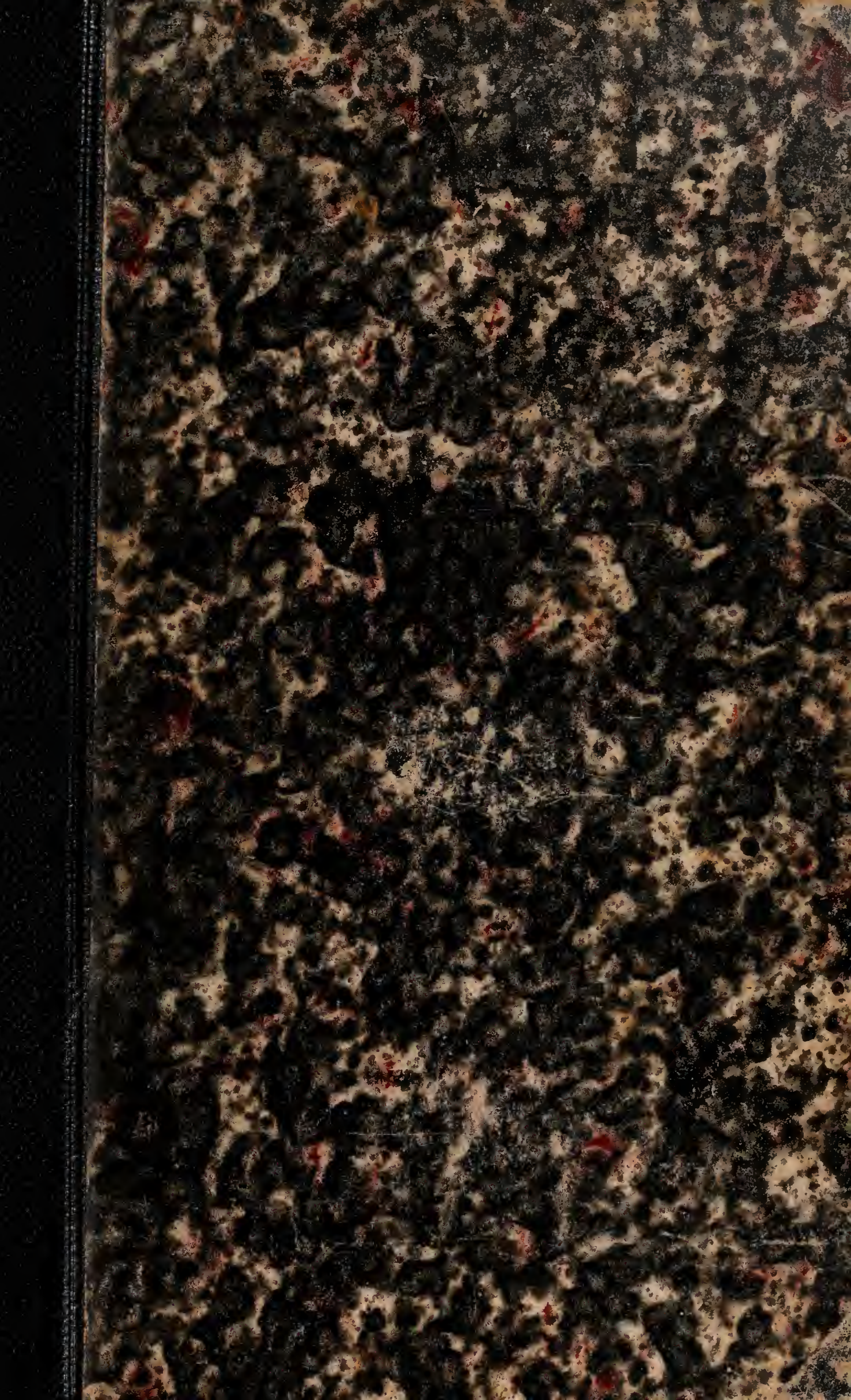












EXPERIMENTAL-ZOOLOGIE.

EINE ZUSAMMENFASSUNG DER DURCH VERSUCHE ERMITTELTEN GESETZMÄSSIGKEITEN TIERISCHER FORMEN UND VERRICHTUNGEN

VON

DR. PHIL. HANS PRZIBRAM,
PRIVATDOZENTEN AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

2.

REGENERATION
(WIEDER-ERZEUGUNG).

LEIPZIG UND WIEN.
FRANZ DEUTICKE.
1909.

REGENERATION.

EINE ZUSAMMENFASSUNG DER DURCH VERSUCHE ERMITTELTEN GESETZMÄSSIGKEITEN TIERISCHER

WIEDER-ERZEUGUNG

(NACHWACHSEN, UMFORMUNG, MISSBILDUNG)

VON

DR. PHIL. HANS PRZIBRAM,
PRIVATDOZENTEN AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

MIT 16 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN.

LEIPZIG UND WIEN.
FRANZ DEUTICKE.
1909.

Verlags-Nr. 1483.

Druck von Rudolf M. Rohrer in Brünn.

Vorbemerkung.

Die vorliegende „Regeneration“ sollte der „Embryogenese“ als zweiter Teil der Experimental-Zoologie, abgeschlossen mit der Literatur des Jahres 1907, vor einem halben Jahre folgen. Verfasser bittet, die halbjährige Verzögerung zu entschuldigen, welche insofern dem Bande nicht zum Nachteile gereicht hat, als noch die Literatur des Jahres 1908 großenteils in Fußnoten hinzugefügt und im zusammenfassenden Schlußkapitel mitberücksichtigt werden konnte.

Biologische Versuchsanstalt
in Wien (Prater)
Weihnachten, 1908.

Hans Przibram.



Inhalt.

Der größeren Übersichtlichkeit halber ist jedes Kapitel in 10 Paragraphe und mehrere Unterparagraphe eingeteilt, die einander in bezug auf die behandelten Erscheinungen entsprechen.

In der folgenden Tabelle beziehen sich die römischen Zahlen am Kopfe der Vertikalkolonnen auf die oben angeführten Kapitel. Eingeklammerte arabische Zahlen bedeuten, daß die betreffende Erscheinung nicht in einem eigenen Paragraphen behandelt wurde, ein Strich, daß sie in dem betreffenden Kapitel überhaupt nicht vorkommt.

Einleitung.

Im Gegensatze zu dem noch unentwickelten, ruhenden, rundlichen Keime, aus welchem die Tiere ihren Ursprung nehmen, weist das entwickelte, sich bewegende Tier eine kompliziertere Gestaltung seines Körpers auf. Die zu verschiedenen Leistungen dienenden Körperteile sind in entsprechenden Formen differenziert und bilden in ihrer Gänze das charakteristische Aussehen der betreffenden Tierart.

Hat uns die experimentelle Embryologie gelehrt, welche Teile des Eies erhalten sein müssen, damit ein vollständiges Wesen daraus hervorgehe, so erhebt sich nun die Frage, was geschieht, wenn an dem bereits entwickelten Tiere ein Teil entfernt wird — an das Problem der Embryogenese schließt sich das Problem der „Regeneration“.

Denn niemals verhält sich das lebende Tier dem Verluste eines seiner Teile gegenüber gleichgültig, sondern stets trachtet der Tierkörper den Schaden wieder gutzumachen, ein Bestreben, das freilich, wie wir sehen werden, oft bald zum Stillstande gelangt.

Der erste Prozeß, welcher auf die Verletzung folgt, die „Wundheilung“, ist ganz allgemein zu beobachten; sie erfolgt bei den niedersten Typen (Protozoa, Coelenterata, Turbellaria usw.) durch Umrollen und Verkleben der Wundränder, bei den höheren durch Bildung eines Wundschorfes, der dem an der Luft gerinnenden Blute seine Entstehung verdankt.

Bei den Säugetieren pflegt mit dem Überzuge der Wunde durch das umliegende Gewebe oder der Bildung eines unbedeutenden „Regenerationskegels“ das Ende des Wiederherstellungs-

prozesses erreicht zu sein. Wird dabei nicht einmal die Oberhaut in ihrer charakteristischen Differenzierung, also ohne Haare, Drüsen usw. wieder erzeugt, so spricht man von „Narbengewebe“.

Je weiter wir jedoch in der Tierreihe hinabsteigen, um so vollkommener wird die verlorene Gestalt wieder hergestellt. Dies geschieht bei den Tieren meist durch das Nachwachsen des verlorenen Teiles von der Verwundungsstelle aus, was wir als „Regeneration“ im engeren Sinne bezeichnen wollen; eine solche ist der lange bekannte Fall des Eidechsenschwanzes, der Flußkrebsschere, des Seesternarmes.

Nicht immer werden zur Wiederherstellung der Gestalt bloß die dem Verluste nächstliegenden Zellen oder Zellteile verwendet, sondern es kann eine Rückbildung eines kleineren oder größeren Teiles des Tierkörpers zu mehr embryonalem Habitus stattfinden, ein Vorgang, der als „Reduktion“ bezeichnet wird. Er kann bis zur „Einschmelzung“ des ganzen Exemplares führen, worauf erst die „Wiederauffrischung“ (nach Driesch — Hydra, Cordylophora usw.) zum Ganztiere erfolgt. Entsteht durch eine solche „Umformung“ aus einem sehr kleinen Stücke noch eine ganze Bildung, spricht man von „Morphallaxis“ (nach Morgan).

Werden der Verletzung fernstehende Teile ohne sonstige Reduktion des ganzen Tieres durch Regenerationsprozesse beeinflußt, so kann von „Korrelation“ oder „Korrelativer Regulation“ gesprochen werden, wie es z. B. nach Verletzung einer Geweihstange vorkommt, daß die andere Stange beim nächsten Geweihwechsel eine Reduktion erfährt.

Wird nach einem Verluste der Schaden durch stärkere Ausbildung eines andern, korrelativen Körperteiles wettgemacht, wie dies Nothnagel (1885) an der Schere einscheriger Flußkrebse beobachtete, so ist der Ausdruck „Kompensation“ oder „Kompensatorische Regulation“ am Platze.

Auf drei wesentlich verschiedene Arten können Teile des Tierkörpers verloren gehen; erstens durch den regelmäßigen Verbrauch bei der Abnutzung der Organe, wie bei unserer Oberhaut, bei den Nägeln der Hunde, bei der Häutung der Arthropoden usw.; zweitens durch einen Reflexakt, mittels dessen manche Tiere Körperteile an bestimmten Stellen („Praeformierte Bruchstellen“) abzutrennen vermögen, wenn sie angegriffen werden, die sogenannte „Autotomie“ (Eidechsenschwanz, Krebsschere); drittens durch

einen äußeren zufälligen oder beabsichtigten Eingriff ohne aktive Beteiligung seitens des Tieres.

Den ersteren Fall stellt man als „physiologische Regeneration“ den beiden anderen „akzidentellen“ Regenerationen gegenüber.

Während die physiologische Regeneration das Verlorene wieder in typischer Weise zu ersetzen pflegt, ist dies bei der akzidentellen durchaus nicht immer der Fall.

Schon seit alten Zeiten hat es nicht an Versuchen gefehlt, viele Abnormitäten mit überzähligen Bildungen auf Regenerationsvorgänge zurückzuführen, so die zwei- und mehrschwänzigen Eidechsen, die monströsen Scheren von Krebsen und Hummern, die mehrstrahligen Seesterne normal fünfstrahliger Arten („Regenerative Mehrfachbildungen“).

Nicht nur diese Monstra, sondern auch die weit selteneren Fälle, wo an Stelle eines Organes etwas anderes gewachsen ist, z. B. an Stelle eines Auges eine erste Antenne bei Languste (Milne-Edwards, Howes) oder Flußkrebs (Hofer), die sogenannten „Heteromorphosen“ (Loeb) ließen sich auf Regeneration zurückführen.

An diese Fälle schließen sich „hypotypische“ und „hypertypische“ Anomalieen an, bei denen zwar das betreffende Gebilde in richtiger Zahl und Bestimmung, aber in einer hinter dem normalen zurückbleibenden oder über dasselbe hinausgehenden Differenzierung auftritt.

„Hypotypie“ (Giard) ist z. B. an den Schuppen der meisten Eidechsenschwanzregenerate und an dem Tarsus regenerierter, normalerweise fünfgliederiger Orthopterenbeine die Regel, während „Hypertypie“ (Przibram) gelegentlich an einer Schere des Hummers (Herrick, Calman) auftritt.

Vielfach hat man die atypischen Regenerationen als Wiederkehr von Charakteren mutmaßlicher Ahnen der betreffenden Tierart angesehen und daher von „atavistischer Regeneration“ gesprochen. So wird unter den Mehrfachbildungen das Auftreten von fünfzehigen Beinen an Stelle von vierzehigen beim Axolotl (Barfurth), von gegabelten Rückenanhängen an Stelle von einfachen bei der Meeresnacktschnecke Tethys (Riggenbach), unter den Heteromorphosen die erste Antenne an Stelle des Crustaceenauges (Bordage), unter den Hypotypien der mit kleineren sogenannten Granulaschuppen bedeckte Eidechsenschwanz (Boulenger, Werner)

und der viergliedrige Orthopterentarsus (Bordage) für Atavismus gehalten. Die Berechtigung dieser Ansicht kann erst an der Hand der Experimente geprüft werden; vorläufig sei nur darauf hingewiesen, daß im Verlaufe der Regeneration ontogenetische Stadien rekapituliert werden und daß diese dann, dem biogenetischen Grundgesetze folgend, phylogenetischen Stadien sehr ähnlich sein können. Wenn z. B. Schultz und Nusbaum für die Flußkrebse Scherenregenerate beschreiben, die alle der supponierten Stammart ähnlich sehen, so sollte im Auge behalten werden, daß es sich bei dieser, übrigens vorübergehenden Hypotypie um ein Individualstadium handelt, das sich in mehr weniger deutlicher Ausbildung nicht nur in der Ontogenie der Flußkrebse, sondern fast aller Dekapoden-Crustaceen nachweisen läßt (Przibram).

Von größerer Bedeutung für die kausale Analyse der Regenerate war die allerdings nach anderen Gesichtspunkten begonnene Zusammenstellung atypischer Bildungen durch Bateson (1894 — „*Materials for the study of variation*") und die „biotechnische" Betrachtungsweise Torniers. Dieser Forscher vergleicht die in der Natur aufgefundenen Mißbildungen mit den Veränderungen, welche leblose Gebilde, etwa Balken, unter der Einwirkung äußerer mechanischer Impakte erleiden würden, falls jeder Bruchfläche Wachstumsfähigkeit zukäme. Auf diesem analytischen Wege läßt sich tatsächlich ein gewisser Einblick in die Entstehungsursachen namentlich der Mehrfachbildungen gewinnen. Volle Sicherheit bietet freilich auch hier bloß das synthetische Experiment, welches Tornier nicht vernachlässigt.

Wir wenden uns daher sogleich zur Darstellung der Regenerationsversuche an Tieren, mit den einfachsten Gattungen beginnend.

I. Kapitel.

Einzellige Tiere (Protozoa).

§ 1. Die einzelnen Teile eines Urtieres entstehen nicht durch Abgliederung eigener, gesonderter Zellen, wie dies bei den höheren Tieren der Fall ist. Es behält das Urtier daher zeitlebens den Wert einer einzelnen Zelle [I, 6], und als Hauptbestandteile sind wie bei einem Ei Zellkern und Zelleib anzusehen. Freilich können mehrere Zellkerne und mehrere sogenannte Nebenkerne (Nukleolen) vorhanden sein [I, 7], und der Zelleib kann mannigfaltige Differenzierungen ausbilden, so zur Aufnahme von Nahrung eine Mundöffnung (Cytostom), die von einem Wimperkranze (Peristom) umgeben sein kann, ferner ektoplasmatische Wimpern, Stacheln und Schalen an der Oberfläche und im „Endoplasma" pulsierende Vakuolen. Namentlich äußere Wimperkleider sind der Abnutzung ausgesetzt; so beobachteten Blochmann und Bütschli (1889, p. 1325) bei einem etwas gepreßten Prorodon, daß sich die ganze Pellicula samt den mit ihr im Zusammenhange stehenden Cilien abhob, das Infusor sofort neue Cilien entwickelte, die abgeworfene Pellicula durchbrach und fortschwamm.

Weiters kommt physiologische Regeneration bei den Einzelligen nicht nur anläßlich der Neubildung des Cytostoms nach Konjugation (Paramaecium — R. Hertwig 1889) und Teilung (Stentor — Schuberg 1891, Johnson 1893) sowie Enzystierung (Bursaria — Brauer 1885) vor, sondern das Peristom kann auch von Zeit zu Zeit ohne vorausgegangenen Verlust erneuert werden (Stentor — Balbiani 1891) und da der Faserverlauf bei der Neubildung ein anderer ist, kann aus der Anzahl der verschieden gerichteten Faserzüge auf das Alter des Tieres geschlossen werden [I, 7 *a*—*b*]. Die Anlage und der Verlauf der Regeneration sind in allen

diesen Fällen die gleichen wie bei Regeneration nach Verwundung: das neuzubildende Peristom tritt zuerst als longitudinaler Wimperstreif auf und rückt allmählich unter Einrollung nach vorne an die Stelle des alten. Sehr genau untersuchte Wallengren (1902) an hypotrichen Infusorien die physiologischen Erneuerungen (Stylonychia [I, 8], Euplotes, Gastrostyla, Uronychia, Holosticha, Uroleptus, Onychodromus). Bei der Querteilung der weicheren hypotrichen Infusorien wird danach das ganze Wimperkleid der beiden Sprößlinge, sowohl die kleinen, starren Rücken- und Randborsten als auch die großen Stirn- und Aftercirren erneuert. An diese Beobachtungen reiht sich die von Prowazek (1903 *Hyperregeneration*) beschriebene Hyperregeneration am Hinterende [I, 8 *i*] in schlechtem Zustande befindlicher Stylonychien an: es kam wiederholt zu Abschnürung und Neubildung des Hinterendes, wodurch eine Verkleinerung des Tieres ermöglicht war; die Regeneration der Hinterenden erfolgte aber so überstürzt, daß die alten noch nicht rückgebildet waren und so mehrere hintereinander aufsaßen.

§ 2. Natürliche Verletzung wurde durch Biß anderer Infusorien (Stylonychia durch Dileptus — Wrzesniowski 1870) beobachtet; ferner ein teilweises Zerfließen (Stylonychia — Ehrenberg 1838, Stentor — Worcester 1884, Amphileptus — Parker 1883, nach Autor neue Reproduktionsart) namentlich bei Wassermangel, mit nachfolgender Regeneration, was zur Aufstellung fehlerhafter Arten auf Grund von Bruchstücken Veranlassung gab (Kerona haustrum Müller = Stylonychia Vordertier — Ehrenberg 1838, Lit. der Synonyma). Abriß durch Wellenschlag verursacht vielleicht Monstra (Orbitolites — Carpenter 1883). Bei nicht vollkommener Durchtrennung können die Teilstücke unter Drehbewegungen sich selbst auseinanderreißen (Stentor — Gruber 1885, Opalina — Nußbaum 1884). Als eine Art Autotomie kann auch das Abwerfen von Flagellen bei der Polymitusform von Halteridien (Sporozoaria) angeführt werden, welche unter ungünstigen Verhältnissen eintritt (Labbé 1894), doch ist nachfolgende Regeneration nicht beobachtet worden.

§ 3. Vollständige Regeneration wird fast allgemein bei den untersuchten Protozoën gefunden (Proteus? — Guanzati 1797, Pelomyxa — Greeff 1867, Loxophyllum — Holmes 1907 u. v. a.); wo dieselbe nicht eintritt sind äußere Umstände schuld: das Nichtvertragen der Isolation auch ohne Verwundung (Spirostomum — Gruber 1886), die Unmöglichkeit, Parasiten unter normalen Be-

dingungen zu halten (Opalina — Nußbaum 1886, hier wurde in Natur autotome Dreiteilung beobachtet), das Zerfließen infolge zu geringer Konsistenz des Endoplasmas gegenüber der umgebenden Flüssigkeit, namentlich bei Längsteilung (Trachelius — Balbiani 1888) und insbesondere bei flacher Form durch Hineingeraten in den Kapillarbereich des Tropfens (Loxodes — Balbiani 1893, durch Bestreichen des Objektträgers mit Vaselin zu umgehen). Schwierigkeiten werden der Regeneration durch die zu große Resistenz des Ektoplasmas, welches dann nur schwer einen Wundverschluß herstellen kann (Cyrtostomum — Balbiani 1888 infolge Besatz mit starren Cilien) und bei manchen Arten (Paramaecium — Balbiani 1891) durch ungenügende Nahrungsverhältnisse bereitet. Nicht regeneriert oder ausgebessert wird das Gehäuse der Thekamöben (Difflugia — Verworn 1888 [I, 2], Arcella — Verworn 1890, Martini 1905), welches aber überhaupt keinen organischen Zusammenhang mit dem Tiere hat, das sich sogar unter Umständen daraus entfernt (Delage 1896), und nur bei der natürlichen Teilung durch Absonderung eines spezifischen Sekretes und Anlagerung von Fremdkörpern gebildet wird [I, 2*a*]. Hingegen sind die Foraminiferen, deren Gehäuse fortwährend mit dem Tiere wachsen, imstande, auch jenes auszubessern (Orbitolites — Carpenter 1883, Verworn 1892 [I, 3]; Polystomella [I, 4], Amphistegina — Verworn 1892); doch besitzt das Reparationsmaterial nicht mehr die regelmäßige Anordnung des alten. Während bei den am wenigsten differenzierten Protomyxen beliebig auseinandergerissene Teilstücke regenerieren (Protomyxa und Myxastrum radians — Haeckel 1868, 1870) [I, 1], ist bei der stark differenzierten Ciliaten Licnophora [I, 9] die Regeneration auf einen kleinen Teil der Befestigungsscheibe [I, 9 *d*], einen Teil des oralen Wimperkranzes [I, 9 *a*, *c*] oder ein neues Peristom beschränkt [I, 9 *b*]. Stevens (1903) vermutet, daß die Unfähigkeit, eine ganze neue Befestigungsscheibe [I, 9 *oo*] zu bilden, darauf beruht, daß sie bei der normalen Querteilung auch nur durch Gleichteilung der alten Scheibe entsteht.

§ 4. Volvox, jene Protistenkolonie, die bereits eine deutliche Differenzierung in „somatische“ und „Keim-Zellen“ erkennen läßt, wurde von Hübner (1902) untersucht. Die zerschnittenen Mutterkugeln gingen stets zugrunde, während die Tochterkugeln ausschwärmten. Auch normalerweise sollen die Mutterkugeln nach Entsendung der Tochterkugeln zugrunde gehen. Nach Pietsch-

manns Versuchen in der Biologischen Versuchsanstalt in Wien gehen auch zerschnittene Tochterkugeln zugrunde, so daß keinerlei Schlüsse aus Hübners Versuchen gezogen werden können.

§ 5. Wundheilung erfolgt bei wenig resistentem Ectoplasma durch Verklebung der Wundränder (Urostyla — Stein 1859), bei resistentem durch Einrollung derselben und Bildung einer imbibierten Grenzschicht des Endoplasmas (Cyrtostomum — Balbiani 1888, Stentor — Balkwill-Wright 1885), wie es für die Teilung charakteristisch ist (Schuberg 1891).

§ 6. Nur kernhaltige Stücke sind imstande zu regenerieren, während kernlose eine runde Gestalt annehmen, einige Zeit, aber weniger lange als die kernhaltigen, weiterleben und dann unter Vakuolisierung zugrunde gehen (Cyrtostomum, Trachelius — Balbiani 1888, Dileptus — Balbiani 1893 [I, 6 *a*—*c*], Prorodon — Balbiani 1888; Stentor — Gruber 1893, Oxytricha — Nußbaum 1884, Thalassicola [I, 5], Orbitolites, Astrolithium, Amphistegina — Verworn 1892). Doch hindert Abwesenheit des Kernes nicht den Fortgang der Teilung (Stentor — Balbiani 1892, Stevens 1903, Prowazek 1903) und Neubildung von Vakuolen, welche aber einfach periodische Flüssigkeitsentleerungen vorstellen (Balbiani 1892). Geringe Kernfragmente genügen zur Regeneration (Gruber 1885, Prowazek 1903). Teilstücke mit viel Kernmasse aber wenig Plasma regenerierten (Stentor — Prowazek 1903 *Regeneration*) zwar zum Teil, erlangten aber nie ihre normale Gestalt und gingen unter Vakuolenbildung zugrunde. Doch kann durch Resorption überschüssige Kernsubstanz ausgeglichen werden. Der Kern erfährt in allen regenerierenden Stücken zunächst eine Vergrößerung, was auch bei bloßer Verletzung geschieht. Die Kerngliederzahl erhöht sich, kann sich aber später wieder verkleinern. Die neuen Kernglieder entstanden durch Teilung der alten oder Einschiebung (Einwanderung in achromatische Verbindung). Zerschnittene Kernbänder regenerieren selbständig, so daß schließlich Individuen mit zwei Kernkränzen entstehen. Bei wiederholter Regeneration sollen Stoffe aus dem Kerne an das Plasma abgegeben werden (Gruber 1886), so daß auch kernlose Stücke zu regenerieren vermochten (einmal sogar monströs zwei Peristome) [I, 7 *f*]. Unter einer gewissen Größe sind auch kernhaltige nicht imstande zu regenerieren, sondern gehen unter Verquellungserscheinungen zugrunde (Amoeba proteus — Hofer 1890). Diese „minimale Organisationsmasse“ ist für Stentor

polymorphus $\frac{1}{27}$ seines Volumens (Stentor coerulens vielleicht $\frac{1}{64}$ Lillie 1897) oder absolut Kügelchen von 80 μ Durchmesser in Kontraktion gegen 230 μ normal, und wird von Lillie 1897 auf Organisationsmangel zurückgeführt, nach Driesch ein unbegründeter Schluß. Kerne, isoliert, gehen durch Kontakt mit dem umgebenden Medium zugrunde (Actinosphaerium — Brandt 1877, Bursaria — Verworn 1892), selbst wenn sie ohne Zentralkapsel in Plasma zurückplantiert (Thalassicola — Verworn 1892) wurden. Bei während der Konjugation durchschnittenen Infusorien sind nur Stücke mit sich neubildendem Kerne regenerationsfähig, wobei der Mikronukleus die Regeneration nicht selbst leitet (Stentor — Balbiani 1892); derselbe soll vielmehr, abgeschnitten, aus dem Kerne regeneriert werden (Versuche von Le Dantec 1897 an Arten mit 1 Mikronukleus so angestellt, daß Fragmente untersucht und, wenn Mikronukleus durch Färbung gefunden, andere Fragmente, also ohne Mikronukleus, der Regeneration überlassen und dann durch Färbung untersucht wurden). Auch bei Knospung soll der Mikronukleus aus dem eingewanderten Kernfragment gebildet werden können, wenn ein solcher in die Knospe nicht schon eingewandert war (Spirochona gemmipara — Balbiani 1895). Stücke mit nucleolus aber ohne nucleus verhielten sich wie kernlose Stücke sonst (Paramaecium putrinum — Gruber 1883), lebten einige Zeit und wuchsen selbst, aber ohne zu regenerieren. Bei Licnophora sah Stevens (1903) nie Regeneration auftreten, außer an Stücken, die sowohl Makro- als auch Mikronukleus enthielten.

§ 7 *a—b*. Aus regenerationsfähigen Teilstücken ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ usw. längs-, quer- oder schiefgeteilt) entstehen zunächst abgerundete Tiere, welche sich zur verkleinerten normalen Form umgestalten, jedoch den erhalten gebliebenen Teil im Verhältnisse zum neugebildeten zu groß besitzen (Stentor — Morgan 1901 *Stentor* [1, 7 *d*, *e*], auch Prowazek 1903 *Regeneration*) und dann bei entsprechender Nahrung auf das normale Maß heranwachsen können. Die Regeneration erfolgt ohne Nahrungsaufnahme bei Stentor (Lillie 1897, Morgan 1901), scheint aber bei Paramaecium Aurelia (Balbiani 1893) günstiger Nahrungsbedingungen zu bedürfen. An mehrkernigen Formen wird bei Regeneration aus einem Kernstücke nach vollzogener Plasmaregeneration die normale Kernzahl wieder hergestellt (Stentor coerulens — Balbiani 1892, Oxytricha — Nußbaum 1884).

§ 7 *c*. Atavistische Regenerationen sind bei Protozoën nicht bekannt; so regeneriert Orbitolites (tenuissima [I, 3 *a*], complanata — Carpenter 1883) ausgebrochene Schalenstücke nach dem Typus, wie er für die Stelle charakteristisch, obzwar die ersten Kammern [I, 3.], nach einem phylogenetisch älteren Typus (Peneroplinen) gebaut, atavistische Tendenz hätten erwarten lassen.

§ 8. Die Regenerationsdauer schwankt zwischen einer halben Stunde (Actinosphaerium Eichhornii — Greeff 1867) und mehreren Tagen (Loxodes rostrum 4 Tage — Balbiani 1893; Prorodon niveus Vorder- oder Hinterteil 2—3 ^{h} — Balbiani 1888; Dileptus anser 4 ^{h} 1893; Trachelius ovum 4 ^{h} 1888; Paramaecium, Stentor polymorphus, Climacostomum virens 24 ^{h} — Gruber 1886; Thalassicola 1—2 Tage, doch erst nach 2—3 Wochen wieder an die Oberfläche steigend — Verworn 1892).

Die Wundheilung geht bei Cyrtostomum leucas wegen der starren Cilien schwer vor sich; Stücke ohne diese regenerierten in 18—48 ^{h} (Gruber 1886). Das hintere Teilstück von Paramaecium aurelia regenerierte erst nach zehnter Teilung bei 14 tägiger kräftiger Nahrung, während das Vorderteil 15 Tage ohne Regeneration blieb und dann erst am 16. bei kräftigem Monerenfutter regenerierte und sich teilte (Balbiani 1893). Bei Stentor coerulens brauchte das Vorderteil zur Regeneration der hinteren Hälfte weniger als 12, die hintere Hälfte aber zur Regeneration des komplizierten Vorderteiles gegen 24 ^{h} (Balbiani 1892). Morgan (1901) schnitt einen Teil des Peristomes von Stentor schief ab und erhielt aus beiden Stücken in 6—51 ^{h} ganze Tiere; aus mittleren Stücken in 20—24 ^{h}. Nach Gruber (1886) regenerierten alle Teilstücke, viermal hintereinander immer kleiner geschnitten, gleich schnell. Maßgebend für die Geschwindigkeit sei die Größe des erhaltenen Kernfragmentes (Gruber 1885). Die Fabrea salina, eine besonders langlebige Form, deren Lebensdauer mehrere Monate beträgt und die selbst kernlos bis zu 10 Tagen Lebenserscheinungen aufweist, braucht 3 Tage zur Regeneration (Balbiani 1893).

§ 9; *a*. Ein Hinausgehen der Kerntätigkeit über das Maß der Wiederherstellung der normalen Kernzahl nach Regeneration (vgl. § 7) wurde einmal bei Stentor beobachtet, indem durch Bildung eines zweiten Peristoms Plasmateilung eingeleitet wurde; dasselbe wurde jedoch wieder resorbiert (Balbiani 1892). Prowazek (1903 *Regeneration*) fand eine wenigstens vorübergehende

Kernvermehrung sowohl der Masse als auch der Anzahl der Kernglieder nach fast regelmäßig bei quer zerteilten, aber auch bei bloß angeschnittenen Stentoren. Die Vermehrung der Kernglieder geschieht durch Gleichteilung der alten Glieder oder auch durch Auswandern von chromatischer Substanz in die achromatischen Verbindungsstücke der Kernglieder und Herauswachsen dieser zuerst kleinen Knoten zu normalgroßen Kerngliedern. Eine heteromorphe Mißbildung, Stentor mit Peristom an beiden Enden (Balbiani 1892), wurde nach Durchschneidung während der Teilung erhalten. Auf diesem Wege entstehen mannigfache Mißbildungen (Stevens 1903 *Stentor*), die teils als Doppelbildungen persistieren, teils zu Einheitsbildung verschmelzen oder später sich völlig trennen.

§ 10. Durch nicht zu tiefe Schnitte lassen sich Doppel- und Vielfachmonstra herstellen (Stentor mit 2 Peristom- oder 2 Schwanzenden — Gruber 1885 [I, 3 *fg*], Balbiani 1888, auch Prowazek 1903 *Regeneration*, Paramaecium — Balbiani 1893, Stylonychia — Ehrenberg 1838); von denselben entsprossene Teilgebilde sind ebenso wie aus künstlich regenerierten durch spontane Teilung hervorgegangene vollkommen normal. Wahrscheinlich infolge Hypertrophie kommt (Oxytricha — Nußbaum 1886) es auch vor, daß Tiere mit kräftiger Nahrung ohne Verletzung bei rasch eintretenden Teilungen aneinander bleiben und monströse kolonienartige Wesen entstehen (Paramaecium aurelia — Balbiani 1892). Vor jeder Teilung ziehen sich alle Kerne, die sich nie völlig trennen, in eine Masse, wie es auch bei normalen Einzeltieren der Fall ist, zusammen; ebenso auch bei den Doppelmonstren (Stentor — Balbiani 1891, Stevens 1903 *Stentor*). Auch durch Verschmelzung der zwei neuentstehenden Individuen eines in Teilung begriffenen Tieres kann ein Doppelmonstrum entstehen (Stentor — Balbiani 1892).

Auf Spaltungen und sonstige Beschädigungen mit nachfolgender Regeneration werden auch die in der Natur vorgefundenen Doppelbildungen größtenteils zurückzuführen sein (Stentor — Balbiani 1891; Foraminifera — Balkwill und Wright 1885, Dawson 1870, Bateson 1894; Orbitolites complanata var. laciniata — Brady 1883; O. tenuissima und complanata — Carpenter 1883 „bei reicher Nahrung [?] oder durch Wellenschlag aufgehobener Befestigung“), doch ist auch Verschmelzung jugendlicher Individuen beobachtet (Orbitolites —

Jensen 1895, Actinosphaerium — Greeff 1867) und durch Transplantation zweier Zentralkapseln in einen Radiolarenleib (Thalassicola nucleata — Verworn 1892) ein Doppelindividuum künstlich erzeugt worden.

Durch Anschnitt und Hinaufzerrung eines Teiles des Peristomes erhielt Prowazek (1903 *Regeneration*) einen Stentor mit zweifachem Spiralgange des Peristoms, was er als Heteromorphose ansieht [I, 7 *h*].

Derselbe Autor stellte wiederholt Verschmelzungsversuche an, erhielt aber äußerst selten positive Resultate, so einmal bei zwei angeschnittenen Stentoren (1903 *Regeneration*) und bei pelomyxaartigen Amoeben konnten in Wiederholung eines früheren Versuches von Hatschek Stücke derselben und verschiedener Exemplare zur Verschmelzung gebracht werden (1901).

II. Kapitel.

Pflanzentiere (Coelenterata).

§ 1. Normale Regeneration dürfte als „physiologische“ Regeneration der Gewebe bereits bei allen Coelenteraten in ähnlicher Weise wie bei den Coelomaten vor sich gehen.

Als Hannah Rowley (1902) zur Kontrolle für die histologische Verarbeitung kleiner mittlerer Querschnitte von Hydra viridis normale Hydren untersuchte, fand sie auch bei den unverletzten Exemplaren zahlreiche mitotische Teilungen und namentlich bei einige Zeit nach künstlicher Reizung getöteten Tieren viele in Auswechslung begriffene Nesselzellen. Das normale Wachstum war somit dem histologischen Bilde nach von der Regeneration nicht zu unterscheiden.

Nach Korotneff (1880) erleiden im Herbste die Ektodermzellen der Hydra, mit Ausnahme der peripheren Schicht, eine fettige Degeneration, welche natürlich zu einer Regeneration im Frühjahre führen müßte, falls der frühere Zustand des Tieres wieder hergestellt werden sollte.

Bei allen Hydroiden werden die abgestorbenen Individuen durch junge ersetzt; hierbei wachsen entweder nur die Köpfchen nach (Tubularia [II, 2.] — Levinsen 1893, Allman 1863, Euden-

drium, Bougainvillia, Syncoryne — Levinsen 1893) oder auch ein Teil des Stieles (Clava, Tubiclava), die Hydrothek fällt ab (bei einigen Campanulariden) oder bleibt mit der Neubildung einer Hydrothek (Halecium) oder nur eines Deckels bestehen, in welch letzterem Falle, wenn die neue Knospe kleiner als die alte ist, kein neuer Kelchrand gebildet wird (Plumulariden, Aglaophaeniden: Ophiodes?, Diplocyanthus?), wenn sie aber größer ist, ein solcher auftritt (Sertulariden, Campanulariiden z. T., Campanuliden). Bei den Scyphomedusen regeneriert der Stiel nach Ablösung einer Ephyra ein neues Ende, wobei die Anthozoenform durchlaufen wird (Goette 1887).

§ 2. Godlewski (1904) fasst das Abwerfen degenerierender Hydrantenköpfchen als Autotomie auf, durch welche der Stamm sich von dem schädlichen Einflusse jener befreit. Bei der verzweigten Pennaria [II, 3] werden auch leere Perisarkröhrchen abgetrennt und durch Volumsverkleinerung des Tieres bei teilweiser Erschöpfung durch vorangegangene Regenerationsleistungen ein günstigeres Verhältnis für die Wiederherstellung eines kleineren Ganzen erzielt (Gast und Godlewski 1903).

Hydra [II, 1] soll spontan Tentakel abschnüren (Rösel v. Rosenhof 1855), von Aktinien werden oft verstümmelte Exemplare oder einzelne Tentakeln (Ilyanthus — Fischer 1887) gefangen; die isolierten Tentakel regenerieren nach den neueren Untersuchungen nicht, s. u. § 6, entgegen den älteren Angaben, nach welchen sie zur normalen Fortpflanzung dienen sollen (Eggers 1821). Freiwillige Quer- und Längsteilung als Fortpflanzungsmodus kommt bei den Aktinien häufig vor (Actinoloba, Actinia — Fischer 1887, Fraisse 1885, Heteranthus floridus — Mac Murrich 1889, Protanthea — Carlgreen 1892); bei denjenigen Anemonen, welche gewöhnlich sich durch Knospen vermehren (nicht Actinia — Fischer 1887), wird oft bei Ortsveränderung ein kleiner Teil der Fußscheibe losgerissen und regeneriert eine ganze Aktinie (Fraisse 1885; Methridium dianthus — Dicquemare 1776, Gosse 1860, Sagartia coccinea — Gosse 1860, herdmani — Haddon 1891, lacerata — Fischer 1887, miniata, pellucida — Fischer 1887, venusta — Gosse 1860).

Bei einer Hydroidmeduse (Oceania armata — Metschnikoff 1886) ist eine Teilung der Blastula 17 Stunden nach der Eiablage beobachtet worden, bei den tentakulaten Ctenophoren (Eucharis multicornis — Chun 1880, 1892; Bolina hydatina — Chun 1892)

werden bei stürmischem Wetter oft Halbembryonen aufgefunden, welche von getrennten Blastomeren des Zweizellenstadiums herrühren und bei warmer Witterung nach erstmaliger Geschlechtsreife als Larven („Dissogonie") während der Metamorphose regenerieren (vgl. Embryogenese S. 56, Taf. VIII. 5). Auf Bruchstücke von Ctenophoren wurden fälschlich mehrere Arten aufgestellt (vgl. Chun 1880).

Bei der Aktinie Methridium marginatum kommt ein Dimorphismus vor, indem Siphonoglyphen, d. i. eine bewimperte Rinne im Ösophagus, in Ein- oder Zweizahl auftreten.

Hahn (1905) wies nach, daß dies durch ungeschlechtliche Fortpflanzung zustande kommt: werden Stücke der Fußscheibe abgeschnürt oder künstlich abgeschnitten, so wächst der alte Siphonoglyph aus, wenn er noch in Stücken erhalten, fast immer bildet sich aber auch im Regenerationsgewebe ein neuer Siphonoglyph; das etwa doppelt häufigere Auftreten diglypher Formen an Stücken, die von diglyphen Polypen abstammen, erklärt sich aus der doppelt so großen Wahrscheinlichkeit des Einschlusses eines Siphonoglyphen in das beobachtete Stück, als bei monoglypher Abstammung. Die geschlechtlich erzeugten müßten zuerst alle monoglyph sein. Die von Bateson angeführten Medusen mit abnorm niedriger oder hoher Radienzahl könnten nach C. W. Hargitts (1898) Versuchen über Separation nach Längsteilung auch hierauf beruhen. Mehrfache Manubrien und „Manubrialringe", welche bei Gonionema und Oceania im Freien gefunden werden, lassen nach C. T. Hargitts Versuchen (1903) eine analoge Deutung zu, ebenso das Fehlen von Gonaden an manchen Radien und Anastomosen von 2 Radien.

§ 3. Regenerationsvermögen aus Teilstücken kommt den niederen Coelenteraten, nämlich den Schwämmen (Poriferia: Euspongia — Gaede 1816, Marenzeller 1878, Schmidt 1878, Stylotella — H. V. Wilson 1907), den Hydroidpolypen (Hydrariae einschließlich der Hydromedusen, die selbst der Quere nach halbiert — C. W. Hargitt 1898, oder aus noch kleineren Fragmenten regenerieren — Häckel 1868), den Stauromedusiden (unter den Scyphomedusiae) und den Blumentieren (Anthozoariae) in allen untersuchten Fällen und bis ins Alter hinein zu, während vollständig entwickelte Individuen der höchsten Spitzen der verschiedenen Gruppen, nämlich die Blumenquallen (Siphonophoriae), Scheibenquallen (Discomedusiden unter den Scyphomedusiae) und die

Rippenquallen (Ctenophoria) nach den älteren Angaben nicht mehr aus Teilchen zu regenerieren imstande sein sollen, obzwar die Teilstücke unter Ausbildung neuer Nervenzentralleitung kurze Zeit weiterleben (Medusen — Eimer 1874, 1877, 1888, Beroë — Eimer 1886, 1888; länger, wenn der Magensack nicht verletzt ist, Aurelia — Gaede 1816), und diese Tiergruppen noch nach Erreichung der definitiven Gestalt fortwachsen (Chun 1880).

Doch geht den Scyphomedusen [II, 6] Regenerationsvermögen nach den neueren Versuchen von Ch. W. Hargitt (1904) durchaus nicht ab; sie sind imstande, ausgeschnittene Randpartien auch mit Sinnesorganen wieder herzustellen, ebenso aber sehr langsam die leichter verlorenen Arme. Große Exemplare sind ungünstig. Driesch (1905 *Skizzen*) konnte sogar des ganzen Randes beraubte Tiere am Leben erhalten und völlige Wiederbildung beobachten.

§ 4. Bei den Siphonophoren ist die Larve noch zu regenerieren imstande (Crystallodes, aus 2—4 Stücken vom 2. Tage — Haeckel 1869) und wohl auch bei den Scyphomedusen, da Fortpflanzung durch Knospenbildung bei deren Larven beobachtet wurde (Chrysaora — Busch 1851, vgl. auch § 10 Doppelbildungen).

§ 5. Bei den niederen regenerierenden Formen kommt der erste Wundverschluß durch Verklebung der angeschnittenen Epithelien bei der infolge des Verwundungsreizes entstandenen starken Kontraktion zustande; bei Längsteilungen erfolgt eine Umrollung der Ränder, bis sie sich treffen (Hydra — Trembley 1744, H. viridis — Rand 1899) und ein so rasches Wachstum, daß nach Schließung der Wunde der Durchmesser nur wenig gegenüber dem normalen verkleinert ist. Für Cerianthus [II, 7] faßt Child (1903 *II*) die hauptsächlichsten Charaktere der Regeneration eines beiderseits von Schnittflächen begrenzten Querstückes wie folgt zusammen: „Zusammenfallen des Stückes nach Schnitt und Einrollung der Enden; Verschluß der Enden durch neues Gewebe und allmähliche Ausdehnung des Stückes und Zunahme des Areales neuen Gewebes an den Enden als Folge der Ansammlung von Wasser im Enteron, wahrscheinlich durch Diffusion durch die Körperwand; Reduktion und Schwund der Muskelschichte und des Pigmentes an beiden Enden; Regeneration von Mesenterien; Hervorwachsen aus dem Tentakularsaume je eines Randtentakels über jedem Intermesenterialsaume; Bildung des Mundes im direktiven Radius; Erscheinen der labialen Tentakel in einem Kreise auf der Scheibe; das Auswachsen neuen Gewebes am

aboralen Ende des Stückes.“ Bei zunehmender Länge des Tieres nimmt es an Breite ab, die Tentakel werden aber stets länger (Child 1905 *IX*). Moszkowski (1907) findet die Hauptmittel zum Wundverschlusse bei Aktinien im Schleime und im Aufquellen unter Kontraktion, namentlich bei Längsteilung. Der Länge nach gespaltene Stämmchen von Tubularien [II, 2 *b*] schließen sich durch eine Membran, ohne daß die Zahl der Zellen des Querschnittes durch mitotische Teilungen eine Vergrößerung erfahren würde (Boring 1904); zunächst wird eine Darmhöhle hergestellt, die die Zirkulation der Körnchen ehemöglichst gestatten soll (Godlewski 1904).

Längshalbierte Hydromedusen (Gonionemus vertens) [II, 5 *b*] schließen die Wunde durch starke Kontraktion, welche die Schnittränder ganz aneinander bringt, und stellen so ohne Vermehrung der Radien die Form her (C. W. Hargitt, 1896; Morgan 1899 *Gonionemus*); später können neue Radien, der Gonaden entbehrend, an der alten Schnittnarbe neu gebildet werden (G. T. Hargitt 1903). Von der nicht regenerierenden Ctenophoren-Imago wird angegeben, daß „Rißstellen rasch verharschen“ (Chun 1880), bei den Medusen, daß die Schnittfläche sich nach wenigen Stunden abrundet (Gaede 1816).

§ 6. Bei den Coelenteraten müssen, sofern überhaupt eine Regeneration zustande kommen soll, Ektoderm- und Entoderm-Zellen vorhanden sein, da sie sich nicht auseinander zu regenerieren imstande sind (Hydra — M. Nußbaum 1887, 1894). Auch bei Knospung bildet sich nicht, wie früher für die Hydroïdpolypen angegeben (Lang 1892) das Entoderm auch aus dem Ektoderm, sondern Ektoderm nur aus Ektoderm, Entoderm nur aus Entoderm (Hydra fusca, viridis, Eudendrium racemosum, Plumularia echinulata, Sertularia polyzonias — Braem 1894; Eudendrium racemosum, Obelia gelatinosa — Seeliger 1894; Sarsiadae — Chun 1896); eine Ausnahme sollen Rathkea und Lizzia (Margelidae) mit rein ektodermalen Knospen machen (?). Arten, bei welchen Knospung nicht gebräuchlich ist, regenerieren schwerer aus kleinen Teilstücken (Actinia equina — Fischer 1887). Es gelingt ebensowenig, durch Umkehrung der Polypen Ektoderm in Entoderm und umgekehrt umzuwandeln (Nußbaum 1887, Ishikawa 1890, Davidoff 1881, Nußbaum 1890, 1891) als Ektoderm mit Entoderm durch Pfropfung zur Verwachsung zu bringen (Wetzel 1898); dieselben finden vielmehr fast stets Mittel in die ursprüngliche

Lage zurückzukehren, oder sterben, daran gehindert, ab (Weismann 1890). Hier möge das Verhalten der Keimepithelien erwähnt werden; noch aus nahezu reifem Geschlechtsorgane kann Stomobrachium hervorwachsen (Davidoff 1881). Geschlechtsorgane können regeneriert werden, falls dem abgeschnittenen Stücke solche zukamen (Tubularia — Driesch 1896). Nicht regeneriert wurden dieselben bei Gastroblasta Raffaelli (Lang 1886). Merkwürdigerweise scheint die Notwendigkeit von Ento- und Ektoderm nicht sich darauf zu erstrecken, daß auch die primär unter Beteiligung beider Keimblätter gebildeten Organe wieder beide Keimblätter enthalten müssen. So soll sich nach Hazen (1902) der sonst unter vorzugsweiser Beteiligung des Ektoderms gebildete Ösophagus von Sagartia luciae bei der völligen Regeneration nur aus dem Entoderm neubilden. Im Gegensatze hierzu regenerieren die Sinnesorgane des Mantelrandes (Rhopalien) bei den Scyphomedusen (Rhizostoma [II, 6 *a*] — Ch. W. Hargitt, 1904) unter Beteiligung derselben Schichten wie bei erstmaliger Bildung, ohne daß ein Sinnesorgan belassen zu sein braucht (Driesch 1905 *Skizzen*), ebenso die Teile der querdurchschnittenen Hydra (Rowley 1902). Außer an das Vorhandensein von Stücken der beiden Primitivorgane ist die Regenerationsfähigkeit noch an die Größe des Teilstückes und an den Körperteil, von welchem dasselbe geschnitten wurde, gebunden. Tentakel der Hydra sind nach den meisten Versuchen nicht imstande, ohne anhaftendes kleines Hypostomstück [II, 1 *e*] zu regenerieren (Trembley 1774, Goeze 1775, Rösel v. Rosenhof 1775, Eggers 1821, Marshall 1882, Moebius 1886; Hydra grisea — Ishikawa 1890, Nußbaum 1887 u. a. m.). Eine ältere Angabe Rösels (1775) über positiven Ausfall solcher Versuche an Hydra vulgaris war durch Übersehen des Hypostomstückes veranlaßt worden. Nur Engelmann (1878) glaubt dennoch, daß mehrere Millimeter distal des Hypostomes abgeschnittene Tentakel ein ganzes Tier reproduzieren können. Einzelne Tentakel leben eine kürzere oder, wenn 2—3 zu einer größeren Masse vereinigt werden, längere Zeit, sterben aber ohne Regeneration ab (Peebles 1897). Bei Tubularia ist der Hydrant überhaupt nicht imstande proximalwärts zu regenerieren, auch nicht ein während der Reparation abgeschnittenes Tentakelende (Driesch 1897 *Studien*). Obzwar bei Aktinien (Ilyanthus — Fischer 1887) isolierte Tentakel oft gefischt wurden, ist auch hier eine Regeneration aus denselben nicht beobachtet worden; ja, es soll

hier sogar die durch einen Querschnitt abgetrennte Tentakelzone zugrunde gehen (Nußbaum 1888). Am leichtesten regenerieren bei Aktinien kleine Stücke der Fußscheibe [II, 8 *c*] (Nußbaum 1888), welche, auch in der Natur oft spontan abgetrennt, zu einer Art ungeschlechtlichen Fortpflanzung führen (Fraisse 1885, Wright 1857; Methridium dianthus — Dicquemare 1777, Fischer 1887, Sagartia herdmani — Haddon 1891, lacerata — Dalyell, pellucida — Fischer 1887). Die Ursache für das Nichtregenerieren der Tentakel liegt nicht in der Kleinheit derselben (Peebles 1897), da kleinere Stücke aus anderen Zonen zu regenerieren imstande sind, sondern wahrscheinlich an der geringen Menge oder der zu großen Spezialisation des aus wenigen zerstreuten Zellen bestehenden Entodermes (Vgl. u. § 7 *a*, Peebles 1897). Keiner Regeneration scheinen auch die abgeschnittenen Tentakel oder Manubrien der Hydromeduse Gonionemus (C. W. Hargitt 1898) fähig zu sein.

Bei Cerianthus (Child 1903 *II*) nimmt die Regeneration vom oralen zum aboralen Ende hin sowohl an Geschwindigkeit als an Menge ab, wobei Kleinheit des Stückes nur auf späteren Stadien ein Zurückbleiben veranlaßt. Die mehr oralen Stücke bilden mehr Tentakel, wie sie auch mehr Mesenterialfilamente enthalten, da diese in der Oralpartie mit dem normalen Wachstum des Tieres angelegt und vermehrt werden und erst später aboralwärts auswachsen. Die Minimalgröße regenerierender Stücke ist am geringsten, $\frac{1}{20}$ der Körperlänge, für Querstücke aus der Region knapp hinter dem Ösophagus stammend, weiter oralwärts gelegene regenerieren nicht, weil sie offen bleiben. Überhaupt regenerieren offen bleibende Stücke selten (Child 1904 *II*), weil ein Wasserinnendruck bei C. solitarius notwendig (Child 1904 *V*, *VI*), bei C. membranaceus jedoch nicht unerläßlich ist (Child 1904 *VII*).

Haeckel (1868) sah bei den Medusen der Thaumantiaden aus jedem Randtentakel, wenn er nur einen Teil des Schirmrandes noch enthielt, eine vollständige Meduse hervorgehen. In 2—4 Tagen konnten aus einem Exemplar 100 Stücke entstehen. Bei Gonionemus vertens sah Morgan (1899) bei Stücken von weniger als $\frac{1}{8}$ *mm* Abrundung zur Ganzform, aber keine Regeneration anderer Organe. Die Minimalgröße für ein Tubularia-Querstück wird von Morgan (1901) mit $\frac{1}{7}$ *mm* angegeben; ein so kleines Stück regenerierte bloß ein einzigesmal unter mehreren hundert Ver-

suchen und bildet zunächst einen kleinen Hydranten [II, 2 *c*—*e*] mit bloß 3 proximalen Tentakeln, wozu später 2 distale Tentakeln hinzukamen. Auch viel größere, aber doch verhältnismäßig kurze Stammstücke bringen oft nur Teilbildungen hervor (Rüssel, Rüssel mit Gonaden, usf.); distale, das heißt knapp hinter dem Endhydranten gelegene Querschnitte neigen überhaupt zu unvollständiger Bildung (Driesch 1897 *Studien*, Morgan 1902).

Bei Renilla [II, 4] gibt es nach Torrey (1901) eine Zone, vor welcher die Teilstücke nicht nach rückwärts, hinter der sie nicht nach vorwärts zu regenerieren vermögen (Sproßzone); an Stelle eines axialen Polypen tritt nie ein polarer oder umgekehrt. Wilson (1903) bestätigt diese Angaben, doch erhielt er einmal aus einem vor der Knospungszone gelegenen Schnittstücke einen bioralen Polypen mit kontinuierlichen Mesenterien und 2 Tentakelkränzen reduzierter Form [II, 4 *h*].

Das kleinste regenerationsfähige Stück von Hydra viridis (Peebles 1897) ist eine Kugel von $\frac{1}{6}$ *mm* Durchmesser.

§ 7. „Ein derartiges Teilstück bildet ein Hypostom und einen Tentakel. Größere Kugeln von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ *mm* Durchmesser erzeugen in wenigen Tagen ein Hypostom und 2 Tentakel [II, 1 *c*]. Diese kleinen Polypen bilden einen Fuß und heften sich fest, entwickeln aber niemals mehr als 2 Tentakel, obwohl einzelne 8—10 Wochen nach der Operation leben bleiben. 24 Stunden nach ihrer Isolation beträgt die Größe dieser Kugeln 0·05—0·01 von der Größe der erwachsenen Hydra, der die Stücke entnommen worden waren“ (Peebles 1897). „Die Durchschnittszahl der Tentakel, welche alle Hälften der 6-tentakeligen Hydras hervorbringen, betrug 4·6; die Durchschnittszahl, hervorgebracht von allen Vierteln 6-tentakeliger Hydras, war nur 3·8. Eine der Viertel-Hydren brachte 6 Tentakel, eine nur 2 hervor; die übrigen brachten 3—5 hervor.“ (Rand 1899). Werden endlich nur die Tentakel mit einem kleinen Hypostomring abgeschnitten, so regenerieren die Hydren mit 6 Tentakeln (durchschnittlich), die gleiche Anzahl, wie sie vorher hatten; Hydren mit mehr als 8 Tentakeln, sowie entsprechend deren Teile, regenerieren durchschnittlich weniger, als sie vorher besaßen, aber etwas mehr als die entsprechenden Stücke mit 6 Tentakeln (Rand 1899. Vgl. unten § 10). Bei Längsteilungen ergänzt sich die Zahl der Tentakel wieder auf die vorherige (Rand 1899). Diese Angaben Rands wurden von King (1901) bestätigt; bei Neubildungen ist die

Tentakelzahl der Größe des Hypostomquerschnittes proportional; bei schon gebildeten Tentakelzonen findet keine Reduktion behufs Wiederherstellung des richtigen Verhältnisses zur Gesamtgröße statt. Entsprechende Versuchserfolge an Tubularia dürften daher nicht, wie der Experimentator (Morgan 1903) meint, auf die Vereinigung von Perisark und Zönosark zurückzuführen sein. Bei Tubularia (tenella — Bickford 1894, Driesch 1895/96, 1897 *Studien*) bilden sehr kleine Stamm-(Zönosark-)stücke nur den distalen Teil, nämlich Rüssel mit Tentakelkränzen, so daß keine „Streckzone" übrig gelassen wird und das Tier im Perisark eingeschlossen bleiben muß und abstirbt. Die Art und Weise der Herstellung der normalen Form bei den Hydroïdpolypen — von diesen allein liegen genügende Angaben vor — ist eine mannigfache. Zunächst können (Tubularia — Bickford 1894, Driesch 1895/96, 1897 *Studien*) Reparations- und Regenerationstypen unterschieden werden; unter Reparation ist die Herstellung der normalen Form ohne neugebildetes Material, lediglich durch Umbildung der vorhandenen Zellen, unter Regeneration Sprossung neu sich bildender Zellen zu verstehen.

§ 7 *a*. Bei Hydra viridis [II, 1 *d*] können zwei oder mehrere Tentakel mit einem kleinen Stücke des Hypostoms zu einer ganzen Hydra in der Art sich reparieren, daß der eine Tentakel durch Einwanderung von Entodermzellen aus dem Hypostome zum Leibe wird (Peebles 1897, Rand 1899). Bei Tubularia tenella und Cordylophora (Bickford 1894) wird der Hydrant im Perisark bei Abschnitt hinter dem zweiten Tentakelkranze nicht durch neugebildetes Material, sondern durch Umbildung der vorhandenen Zellen gebildet; die neuen Tentakelkränze werden als Längswülste in den richtigen Abständen angelegt und allmählich abgeschnürt (Bickford 1894, Driesch 1895/96), endlich wird der neugebildete Hydrant durch eine proximal übriggelassene „Streckzone" aus dem Perisark hinausgeschoben und besitzt nunmehr wieder die normale Gestalt (und Größe?). Wird nach der ersten Operation [II, 2], solange keine sichtbare Neuanlage vorhanden ist (etwa 24 Stunden bei zirka 15° C), ein distales Stück in der ungefähren Länge, die der erste Tentakelkranz einzunehmen hätte, abgeschnitten, bilden sich trotzdem zwei Tentakelkränze, als ob die zweite Operation [II, 2 *a*] nicht geschehen wäre (Driesch 1897 *Studien*); das abgeschnittene distale Stückchen bildet aber nur einen Tentakelkranz; bei Cordylophora bildet ein abgeschnittener Hydrant ohne

Stammstück Schaftstück und Wurzelhaare (Price 1876). Wird zur Zeit der bereits gebildeten Anlage der zwei Tentakelkränze durch eine zweite Operation der distale entfernt, so erfolgt bei noch früherem Entwicklungsstadium der Anlage meist Auflösung derselben und abermalige Abschnürung der beiden Tentakelkränze (Auflösungsmodus: Driesch 1897 *Studien* [II, 2 δ]), seltener direkte Aufteilung der gebliebenen Tentakelanlage auf zwei Kränze (Aufteilungsmodus [II, 2 γ]) oder Anlage von Ersatzwülsten für den ersten Tentakelkranz in der bisher tentakelfreien Zone der zweiten Tentakelanlage (Ersatzanlagemodus [II, 2β]), welche wieder entweder mit der Anlage des zweiten Tentakelkranzes in Zusammenhang stehen (Ersatzanlagemodus mit verbindendem Areal roter Substanz) oder von derselben etwas getrennt sein kann (Ersatzanlagemodus ohne verbindendes Areal roter Substanz).

Durch Zuhilfenahme von Reduktionen können gleichsinnig gepfropfte Stücke bereits gebildete Hydranten wieder auflösen und auch kleine Stücke, welche eine zu große Hydrantenanlage enthalten, diese wieder rückbilden und dann einen proportionalen Hydranten ergeben (Driesch 1902 *Tubularia*). Von Loeb (1900) wurde zuerst darauf hingewiesen, daß lebhafter Hydrantenbildung die Zurückziehung von Zönosark aus alten Hydranten vorherzugehen pflegt (Campanularia); nach den histologischen Untersuchungen von Thacher (1903) und Gast-Godlewski (1903) geht dabei aber der alte Hydrant zugrunde und wird nur teilweise als Nahrung resorbiert. Nach N. M. Stevens (1903) findet auch nach Abschneiden aller Hydranten von Antennularia ramosa die Verwendbarkeit des Zönosarcs zu beliebigen Bildungen statt. Bei den Aktinien (Actinia, Actinoloba) spielen die Reparationsvorgänge eine große Rolle (Moszkowski 1907), namentlich wenn längs durchschnitten wird oder ein kleines Stück zur Verwendung gelangt. Davon unterscheidet Moszkowski als „Reproduktion" den Vorgang querer Amputation des Tentakelkranzes mit der Mundscheibe; es gelangen dann die bereits zur Vermehrung der Tentakelzahl vorbereiteten Tentakelanlagen zur Entfaltung (ähnlich den „Augen" bei den Pflanzen).

Wilson (1900) beobachtete bei Renilla Reduktion eines Tentakelkranzes, als am entgegengesetzten Ende des Schnittstückes ein zweites Oralende mit regenerierenden Tentakeln gebildet wurde.

§ 7*b*. An Tubularia kommt bei weit vorgeschrittener Ausbildung des zweiten Tentakelkranzes immer echte Regeneration

durch Sprossung des ersten Tentakelkranzes vor (Regenerationsmodus: Driesch 1897 *Studien* [II, 2 *a*]): „Zuerst sieht man im Zentrum der tellerartigen Platte eine kleine Hervorwölbung mit knopfartigen Gebilden an der Seite, sie wird größer und stellt bald deutlich den Rüssel dar, die Knöpfchen, welche sie umgaben, werden auch langsam länger und gestalten sich zu den oralen Tentakeln, welche dem Rüssel ansitzen; nach Verlauf von 12 Stunden ist der regenerierte Rüssel von einem normalen nicht zu unterscheiden; der ganze Hydrant ist damit zu einem normalen geworden".

Die Regeneration bei Obelia commissuralis (Davenport 1894) erfolgt von allen Niveaus aus, ob der Hydrant höher oder tiefer abgeschnitten wurde; jedoch leichter an distaler Stelle (50—80%, gegen die Basis 10—40%), wo auch in der Natur der Verlust leichter eintritt. Je tiefer der Stamm abgeschnitten, desto mehr Ringe regeneriert er, jedoch, obzwar der distale Teil stets in definitiver Form erscheint, ist die Zahl der dazwischen liegenden regenerierten Ringe undeutlich und schwankt namentlich zwischen 3—7 Ringen ohne einen unsegmentierten, oder 9—11 Ringen mit einem unsegmentierten Trakt, so daß normalerweise vorkommende Teile übersprungen werden können. Echte Regeneration bei den Aktinien [II, 8 *a*] beobachtete Moszkowski (1907) nach Abtragung des Oralendes durch einen Schnitt mitten durch den Ösophagus; etwas höher durchschnitten tritt ein gemischter Reparationstypus auf.

§ 7 *c*. Im Gegensatze zu den bisher erwähnten direkten Reparations- und Regenerationsmodis kann die Umbildung kleiner Stücke von Hydra analog der embryonalen Entwicklung vor sich gehen, durch die Stadien einer geschlossenen Blase (Pseudembryo — Marshall 1882), an der Tentakel und Fuß sich ausbilden und durch Dehiszenz zwischen den Tentakeln die Mundöffnung entsteht (M. Nußbaum 1887) [II, 1 *c*].

Mitosen konnte Stevens (1901) namentlich in den großen Ektodermzellen von Tubularia mesembryanthemum nachweisen, während sie bei Antennularia ramosa (1902) diese vermißte. Hargitt (1903) beobachtete Mitosis und Amitosis bei Tubularia crocea und tenella. Hingegen ist nach Godlewski (1904) die Hydrantenbildung ohne Zellvermehrung als reiner Transformationsprozeß zu betrachten. Trotzdem bei Verlagerung von Cönosark in fremdes leeres Perisark die ekto- und entodermalen Elemente

durcheinander liegen, komme es zu einem Regulationsprozesse, welcher die Hydrantenbildung aus diesen Zellen ermöglicht. Auch bei Pennaria spielen die Mitosen höchstens eine untergeordnete Rolle (Gast und Godlewski 1903). Bei Hydra treten nach Rowley (1902) die ersten Zellteilungen im Ektoderm auf, dann auch im Entoderm. Stets gehen ektodermale Teile aus ektodermalen, entodermale aus entodermalen hervor; am Aufbau der Tentakel können alte und neue Zellen teilnehmen. Wie bei der normalen Entwicklung gehen die Nesselzellen aus interstitiellen intermediären Zellen hervor.

Eine „keimscheibenartige" Bildung beschrieb und bildete Driesch (1901) ab; es handelte sich um einen aus einem perisarklosen Stück von 1 *mm* im Durchmesser gebildeten Polypen von Tubularia.

§ 8. Die Regenerationsdauer ist bei den kleinen und nieder organisierten weit geringer als bei den großen und höher stehenden, jedoch auch bei den nahestehenden Arten verschieden: Hydra grisea regeneriert, quer durchschnitten, oder abgetrennte Tentakel in 4 Tagen (Rösel v. Rosenhof 1755, oraniengelber Polyp), Hydra viridis regeneriert quer oder längs in 8 Tagen (grüner Polyp).

Vom 5. April bis 19. Mai lieferte ein Kopfstück eines Polypen durch wiederholten Querschnitt 36 Polypen (Baker 1743), Obelia commissuralis 11 Hydranten in 2 Querschnitten (Davenport 1894), wobei das gesamte Wachstum in den zweiten Tag fällt.

Andere Zeitangaben sind im vorhergehenden noch gelegentlich der betreffenden Erscheinung erwähnt. Bei Aktinien genügen 2—3 Wochen noch nicht zu vollständiger Regeneration aus Hälften (Réaumur 1742), ja bei Actinia equina noch nicht 2 Monate (Fischer 1887), jedoch zur Bildung kleiner Aktinien aus Stückchen der Fußscheibe (Methridium dianthus, Dicquemare 1777; länger im Winter). Ein Tier von Sagartia herdmanni schied während eines Jahres 70 Stücke spontan ab, die alle zu kompletten Aktinien heranwuchsen (Dalyell 1848). Wärme beschleunigt die Regeneration (Child 1903 *II*; Goldfarb 1907); während zur wärmsten Zeit ein Polypenhinterende in 24 Stunden Tentakel ergänzt, braucht es hierzu im Winter 14—20 Tage (Trembley 1744). Für Tubularia ist 10° C fast Minimum, bis 28° C einschließlich nimmt die Regenerationsgeschwindigkeit zu (Goldfarb 1907).

Junge Tiere regenerieren leichter (H. viridis — Marshall 1882). Bei Eudendrium bilden junge Stammregionen mehr und schneller Polypen als alte (Goldfarb 1907); auf die Art des Gebildes hat das Alter keinen Einfluß. „Wenn erst der Tentakelring entfernt und dann der Polyp in zwei oder mehr Teile quer geteilt wird, so entwickeln die vom Vorderende der Hydra stammenden früher ein Hypostom und Tentakel, als die mehr nach hinten gelegenen Stücke, welche sich vor dem Auftreten von Hypostom und Tentakel festsetzen. Kleine Stücke aus den verschiedenen Gegenden des Körpers zeigen diese Abstufung in der Schnelligkeit der Entwickelung nur in geringem Grade. Am ausgeprägtesten ist der Unterschied in den Stücken der Fußregion. Wenn die in Entwicklung begriffene Knospe isoliert und in kleine Stücke zerschnitten wird, so bildet jedes einen neuen Polyp; diese Stücke sind kleiner als die aus der Leibeswand der Mutter entnommenen, doch die Regeneration von Hypostom und Tentakeln geht schneller vor sich“ (H. viridis — Peebles 1897). „Schneidet man ein Stück aus dem Stamme einer Tubularia, so wird durch die Bildung des Polypen am oralen Schnittende die Polypenbildung am andern Schnittende verzögert; unterdrückt man die Polypenbildung am oralen Schnittende, so kann man die Polypenbildung am aboralen Ende erheblich beschleunigen“ (Loeb 1892), auch noch über das Normale (Driesch 1897 *Studien*).

„Hat ein aborales Stammstück einmal heteromorph durch Lageveränderung (vgl. § 9) einen Kopf gebildet, so geht die Reparation desselben, wenn er abgeschnitten wird, schneller vor sich, als er zur Bildung das erstemal gebraucht“ (Driesch 1897 *Studien*). Scyphomedusen regenerierten den Schirmrand rascher zum zweiten als zum ersten Male und 6 von den 8 Tentakeln eher als eine andere Zahl (Zeleny 1907 *Cassiopea*). Durch die Ausbildung von Knospen wird die Regeneration aufgehalten (Hydra — Trembley 1744; Ähnlichkeit mit Pflanzen — Goeze 1775).

„Das Wachstum und die Regeneration bei Tubularia ist wie bei den Pflanzen von der Wasseraufnahme abhängig in dem Sinne, daß durch eine verstärkte Wasseraufnahme der Zuwachs verstärkt, während er durch Herabsetzung der Wasserzufuhr verringert wird. In Seewasser mit 5·1 % Salzgehalt ist das Längenwachstum der Tubularie fast Null, während noch Polypenbildung stattfindet; bei einem Salzgehalte von etwa 5·4 % ist auch jede

Regeneration der Polypen unmöglich. Mit abnehmender Konzentration des Seewassers nimmt auch das Längenwachstum kontinuierlich zu, bis es bei einem Salzgehalte von 2·5% sein Maximum erreicht. Von da an nimmt es bei noch weiterer Verringerung der Konzentration rapid ab, und bei einer Konzentration von 1·3% findet weder mehr Regeneration noch Wachstum statt. Die Temperatur bei diesen Versuchen war zirka 15°" (Loeb 1892, auch Snyder 1905, Child 1907, Goldfarb 1907). „Bei hochgradigem Sauerstoffmangel findet keine Regeneration mehr statt, es ist auch nötig, daß das Ende, an welchem Regeneration stattfinden soll, unmittelbar von hinreichendem, sauerstoffhaltigem Wasser umspült ist" (Loeb 1892, auch Goldfarb 1907). „Die Salzlösung in welcher Tubularia regenerieren und wachsen soll, muß Kalium und Magnesium enthalten; jedoch darf Kalium nur in geringer Menge in der Lösung enthalten sein. Schon ein Zusatz von 0·33 *g* KCl zu 100 mm^3 Seewasser hebt das Wachstum, ein Zusatz von 0·6 zu 100 cm^3 Seewasser auch die Regeneration auf" (Loeb 1892). In einer neutralen Mischung von NaCl, KCl, $CaCl_2$ und $MgCl_2$-Lösung im Verhältnis des Vorkommens dieser Salze im Seewasser geht die Regeneration amputierter Tubulariapolypen vor sich; jedoch geht das Wachstum viel langsamer vor sich; wird eine bestimmte kleine Menge von $NaHCO_3$ oder Na_2HPO_4 zugesetzt, so kann die Regeneration bis auf das normale Maß beschleunigt werden. Da Natrium-Hydrat ebenso wirkt, dürfte es sich um Neutralisierung einer im degenerierenden Tubulariastamme sich bildenden Säure handeln (Loeb 1904). Die Quantität des Seewassers hat, solange die Tiere nur genügend von Wasser umgeben sind, keinen bemerkenswerten Einfluß auf das Längenwachstum der Tubularia (Loeb 1892). Licht ist nach Loeb (1895) für die Ausbildung von Polypen bei Eudendrium ramosum, nach Peebles (1902) bei Pennaria günstig, indem die Zahl der gebildeten Hydranten im Dunkeln viel kleiner ist; dem stimmen jedoch Gast und Godlewski nach freilich unvollständigen Versuchen an Pennaria Cavolinii (1903) nicht bei. Goldfarb (1906) fand Licht unbedingt notwendig zur Polypenbildung in Eudendrium und Pennaria, insoferne nur früher dem Lichte ausgesetzte Stämmchen zu regenerieren vermochten; es genügte bei Eudendrium eine $\frac{1}{12}$ Minute Expositionszeit, bei Pennaria jedoch waren 3—4 Stunden starkes Sonnenlicht oder 2 Tage diffuses Licht notwendig. Durch den Aufenthalt im Dunkeln

trat keine permanente Einbuße des Regenerationsvermögens ein. Im Sonnenlichte regenerierten mehr Polypen als im diffusen Tageslichte (Goldfarb 1907).

§ 9. Während meist bei Regeneration selbst bei noch so kleinen Stücken das Kopfende wieder zu einem Kopfende, das Schwanzende wieder zu einem Schwanzende auswächst (Polarität) [II, 1 *α a*] und bei manchen Gattungen ein anderes Verhalten nicht erzielt werden konnte (Actinia equina [II, 8], cari, Adamsia Rondeletti, Anemonia sulcata, Cereactis aurantiaca — Loeb 1891, Hydroïdmeduse Gonionemus vertens — Hargitt 1898), sind bei anderen außer der polaren Regeneration Heteromorphosen bekannt geworden. Bei einer Actinie (Gattung?) erhielt Contarini 1844 künstlich ein biorales Tier; sehr kleine Tubulariastücke bilden manchmal Doppelrüssel (Bickford 1894 [II, 2 *h*], Driesch 1897 *Studien*, King 1904). Durch Einstecken oder Abbinden (Morgan 1904 *Tubularia*) kann ein Ende an der Ausbildung verhindert werden. Sprossung einer Knospe aus basalem Polypenende kann zwei Köpfe vortäuschen (Hydra — Baker 1743; Hydra grisea — Zoja 1890). Nach Amputation des Tentakelringes einer von zwei mit dem aboralen Ende aneinander gepfropften Hydra grisea regenerierte ein typischer Fuß (Wetzel 1898).

Analoges erhielt King (1901) bei Hydra viridis verschiedener Farbe. Auch heteromorphe Tentakel an seitlichem Ausschnitt [II, 1 *g*], doch ohne Pol-Umkehr und nicht bleibend. Bei den stämmchenbildenden Antho- und Leptomedusiden ist es bereits Cavolini (1785) bekannt gewesen, daß auch am losgerissenen Wurzelende Polypen wachsen können, und ein gleiches beobachtete Cerfontaine bei Pennaria und der Anthozoë Astroides (1891, 1902), jedoch erst Loeb ist es gelungen, diese Heteromophosen durch Abänderung der äußeren Verhältnisse willkürlich herzustellen (Loeb 1891, 1892):

1. Tubularia mesembryanthemum.

a) Nicht zu kleines aus dem Stamm herausgeschnittenes Stück bildet beiderseits Köpfe, wenn allseitig von Wasser umspült (Loeb 1891), der orale Pol bildet den Kopf etwas schneller.

b) Stück der Wurzel, von der Unterlage abgelöst und allseitig umspült, bildet am aboralen Ende Kopf (wenn wieder Möglichkeit zur Anheftung, wächst es als Wurzel weiter).

Nach Billard (1905) behält die Tubularia indivisa jedoch ihre Polarität bei ähnlicher Versuchsanordnung, ja auch bei Ver-

hinderung oraler Regeneration durch Abbinden bei. Ein analoger Unterschied findet sich bei Obelia dichotoma von verschiedenem Standorte; die aus stark strömendem Wasser (St. Vaast) bildet viele Stolonen (ähnlich wie Giard 1898 es für Campanularia nachgewiesen hat); bei Regeneration dieser Form beobachtete nun Billard (1904) fast gleiche Anzahl proximaler und distaler Stolonenbildung bei vertikaler, richtig orientierter Aufstellung auf Glasscheiben, hingegen bildete (1905) die wenig Stolonen tragende Form aus ruhigem Wasser (Wimereux) fast gleich viel Hydranten proximal und distal. Der stolonenbildende Einfluß des strömenden Wassers hat also bei den ersten Versuchen auch im ruhigen Wasser der Aquarien nachgewirkt.

Neuerdings hat Child (1907) zahlreiche Versuche an Tubularia mesembryanthemum und T. marina angestellt, welche ein hartnäckiges Festhalten an der ursprünglichen Polarität in untergeordneten Punkten dartun.

2. Aglaophenia. Nicht zu kleines Stammstück vertikal aufgehängt bildet stets am unteren Ende Wurzeln, auch wenn dasselbe früher oral war, am oberen (zenitwärts) leichter dasjenige Ende, welches früher dorten stand, daher bei Aufwärtsrichtung des Wurzelpoles bibasale Formen entstehen (Loeb 1891).

3. Plumularia pinnata, nahe der Wurzel abgeschnitten und verkehrt fixiert, kann am nunmehrigen oberen, früheren basalen Ende als Spitze weiterwachsen, häufiger bildet sich jedoch daselbst zuerst eine Wurzel, aus der dann alsbald ein zenitwärts wachsender Sproß entsteht.

4. Eudendrium.

a) Ein Stammstück allseitig umspült bildet wie Tubularia biapikale Tiere, jedoch können außerdem aus dem Schnittende Wurzeln nach abwärts wachsen.

b) Mitten am Stamme kann lediglich durch Kontakt mit festen Körpern Wurzelbildung zustande gebracht werden.

5. Sertularia polyzonias.

a) Aus dem basalen Ende eines verkehrt vertikal fixierten Stammstückes wächst Spitze, aber meist auch Wurzel.

b) Neue Sprossen bilden sich nur an der dem Lichte zugekehrten Seite.

6. Gonothyraea Lovenii kann zu biapikaler Regeneration (vgl. oben Tubularia und Eudendrium) gebracht werden. (Loeb 1891, Mac Murrich 1889.)

7. Antennularia antennina. Stämmchen bilden stets zenitwärts Sprosse, abwärts Wurzeln; auch unverletzt umgekehrte hören als Sproß zu wachsen auf und treiben, wenn sie nicht absterben, Wurzeln an der früheren Spitze. Ausnahmsweise können auch aus einem zenitwärtsliegenden Schnittende zugleich Wurzeln mit den Sprossen wachsen (wie bei Eudendrium, vgl. oben, Punkt 4 *a*). Die Unterseitenfiedern schief gestellter unverletzter Stämmchen produzieren ebenfalls Wurzeln (vgl. Eudendrium, oben Punkt 4 *b*).

Die Regeneration heteromorpher Hydranten wird befördert durch das Abbinden des Stammstückes in der Mitte (Driesch 1896, Morgan 1901 *Antennularia*, Loeb 1904, Stevens 1904, King 1905, Godlewski 1904) oder durch Verschluß des oralen Endes (Driesch) oder durch das Zusammenbiegen des Stückes, das in dieser Lage durch einen Faden gehalten wird (Morgan 1903). Bei Entfernung eines seitlichen Stückes aus einem Stamme können jederseits der Wunde Hydrantenanlagen entstehen, die wundenwärts orientiert sind, deren eine also eine Heteromorphose darstellt (Morgan 1903). Auch an den Verschmälerungen längsgespaltener Polypenstücke (Tubularia mesembryanthemum) kommen solche gegeneinander gerichtete innere Hydranten vor (Godlewski 1904). Nach Morgan (1901) kann Antennularia jedoch in jeder Stellung zunächst auf beiden Seiten Wurzeln bilden.

8. Pennaria produziert (Loeb 1893) in Kontakt mit festen Körpern stets Stolonen; frei vom Wasser umspült stets Hydranten.

Gast und Godlewski (1903) [II, 3, α—δ] untersuchten die Reihenfolge der Polypenbildung an dieser verzweigten Form nach Abschnitt sämtlicher Hydranten und des basalen Endes; es wurden zunächst apikale Polypen gebildet, dann unter fortschreitender Degeneration der Polypen an den Seitenästen auch basal ein neues Stück, und zwar sowohl als Polypen als auch als Zweige entgegengesetzt dem apikalen orientiert.

Bei Cerianthus (membranaceus und solitarius) erhielt Child (1905 *VIII*) in zwei Fällen biorale Heteromorphose, nachdem er die Ösophagealpartie zunächst durch zwei Querschnitte aus dem Tier entfernt und dieses so gewonnene Stück der Länge nach halbiert [II, 8 *h*] hatte. Es kann in diesen zwei Fällen ein Verschluß des freien Ösophagusrandes mit der unteren Schnittfläche zustande.

Moszkowski (1907) fand zweimal bei Actinoloba dianthus biorale Stücke, als die Schnittränder der Leibeswand nicht in

normaler Weise verwachsen, sondern seitlich davon an der Ösophaguswand inseriert waren; dadurch waren dieselben äußeren Verhältnisse geschaffen worden, wie an einer regenerierenden vorderen Schnittfläche [II, 8 *h*].

Es sei an dieser Stelle auch an Wilsons (1903) Fall einer bioralen Renilla erinnert, die ebenfalls einem oralen kleinen Stücke mit durchgehends gleicher innerer Ausgestaltung entsprang.

Am schwierigsten war es, auch bei Hydra Polaritätsumkehrungen zu erhalten. Es gelang dies King (1903) durch Verwendung der Transplantationsmethode. Werden nämlich zwei Hydren quer entzweigeschnitten und dann mit gleichen Polen aneinandergeheilt [II, 1 *h*], so daß also an beiden Enden entweder Kopfpole oder Schwanzpole vorhanden sind, sodann von Komponenten sehr ungleichgroße Stücke abgeschnitten, so behält bloß die größere Komponente bei der Regeneration ihre ursprüngliche Polarität bei, während der kleineren eine solche aufgedrängt wird, die zur Wiederherstellung eines normalen Tieres führt [II, 1 *i*].

§ 9 *a*. „Bei Köpfen (Hydra viridis), welche unmittelbar unter den Tentakeln abgeschnitten werden, kommen Formen sehr abnormalen Aussehens während des Wundschließungsprozesses zustande. Abnormitäten, bestehend in abnormal gestellten Tentakeln und in einer ungewöhnlichen Anzahl oraler Tentakeln, persistierten eine beträchtliche Zeit. Regulative Prozesse resultierten in der Degeneration der abnorm gestellten Tentakeln und in der Herstellung einer normalen Anzahl oraler Tentakeln. Tentakeln, welche nur wenig vom zirkumoralen Ringe deplaciert waren, wurden zurückgerückt". (Rand 1899 *Regulation.*)

§ 10. Schnitte, welche nicht senkrecht zur Längsachse des Tieres geführt werden, führen zu monströsen Bildungen.

a) Eine quere, aber schiefe Schnittfläche hat eine schiefe Anlage der Tentakelkränze und daher einen schiefen Hydranten zur Folge (d. h., das Organ wächst senkrecht zur Schnittfläche. Tubularia — Driesch 1896). Morgan (1903) beobachtete diese Schiefstellung auch an der heteromorphen Hydrantenanlage des schief abgeschnittenen basalen Endes. Wird das basale Ende schief, das distale quer abgeschnitten, so bleibt die distale Hydrantenanlage im ganzen Verlaufe gerade, auch wenn dieselbe sich bis in das schiefe basale Ende erstreckt. Schiefe Tentakelkränze erzielte Moszkowski (1907) an Aktinien.

b) Einschnitte, dem Munde parallel in den Leib gemacht, lassen, wenn sie am Zuheilen gehindert sind, Tentakel hervorsprossen (Hydra — Baker 1743, Rösel v. Rosenhof 1755, King 1906), ja ganze Mundöffnungen mit Tentakelkränzen (Cerianthus — Loeb 1891, Child 1903) [II, 7*g*] an der oralwärts gerichteten Schnittfläche hervorgehen. Bei Aktinien erhielt aber Moszkowski (1907) keine permanenten Bildungen auf diese Art, da der oral des Einschnittes stehende Teil sich aufrollte, henkelartig stehen blieb und endlich zur Resorption gelangte [II, 8 *g*].

c) Längseinschnitte führen zu Doppel- und Mehrfachbildungen, wobei das vordere (duplicitas anterior) [II, 1 *f*] oder hintere (duplicatas posterior) Ende das gespaltene sein kann oder beide und in mehrfacher Zahl. An Hydra grisea erhielt Rösel v. Rosenhof (1755), durch etwa alle 12—24 Stunden beigebrachte Schnitte, und Verhinderung des Zusammenheilens mittels 2—3stündigem Berühren mit Pinsel Tiere mit acht Köpfen und sechs Schwänzen, an H. attenuata solche mit drei, an H. fusca mit fünf Köpfen. In neuerer Zeit wurden die Versuche von King (1901, 1903) wiederholt. Rösel (1755) beschrieb auch ein natürliches Monstrum von Hydra fusca.

Driesch (1897) spaltete das Köpfchenende von Tubularia [II, 2 f.]. Die Tentakeln erwiesen sich an jedem neugebildeten Kopfe so groß wie an einem einzelnen. Weniger tiefe Schnitte erzeugten bloß zwei Rüssel. Zweimal wurde beobachtet, daß das Spaltende des Stammes samt Hydranten nicht durch Reparation, sondern nach Art einer Knospe gebildet wurde. Bei Cordylophora lacustris konnten die in der Natur vorkommenden polystomatösen Individuen künstlich von Price (1876) dargestellt werden. Durch unvollkommene Längsteilung erhalten Aktinien zwei Mundscheiben Actinoloba, Actinia — Gosse 1860; Heteranthus floridus — Mac Murrich 1889 oder zwei Fußscheiben (Protanthea — Carlgreen 1892, Heteranthus floridus — Mac Murrich 1889). Analoge Versuche führen bei Cerianthus zu Exemplaren mit zwei Oral-, respektive Aboralenden; erstere besitzen nur je die halbe Tentakelzahl; letztere können aus der Spaltung des Anus zwei neue erhalten, aber auch, wenn er ganz in eine Spalthälfte fiel, in der anderen einen zweiten neuen bilden (Child 1905 *VIII*, *IX*).

Ch. W. Hargitt (1904) beobachtete einmal Zwillingsrhopalien [II, 6 *f*], einmal ein seitlich stehendes überzähliges Rhopalium

[II, 6 *g*] nach Ausschnitt eines Stückes vom Schirmrande der Rhizostoma inklusive Rhopalium [II, 6 *a*]. Zwillingsephyra durch Längsspaltung der Scyphostomalarve erhielt Häckel (1881). Unregelmäßigkeiten in der Stellung einzelner Tentakeln sind durch unvollkommene Teilung entstanden (Aurelia aurita — Bateson 1894, Actinia, Sagartia, Phialidium, Gastroblasta — Lang 1886, Cordylophora — Price 1876).

d) Auch Tentakel können durch Schnitte seitwärts verletzt werden. Nebenäste sind auch in der Natur beobachtet, wahrscheinlich durch den Biß von Wasserinsekten entstanden (Rösel v. Rosenhof 1755).

Abweichungen in Radien- und Tentakelanzahl, deren Entstehungsweise nicht genau bekannt ist, wurden oft gefunden (Zusammenstellung mit Literaturangabe und Abbildungen: Bateson 1894). Numerische Variation ist bekannt bei Sarsia, Clavatella, Stomobrachium, Aurelia, Cotylorhiza (Goette 1887, Rand 1899), Aurelia aurita (Ballowitz 1899). Nach C. W. Hargitts (1900) und G. T. Hargitts (1902, 1903) Versuchen an der Hydroïd-Qualle Gonionemus unterliegt es aber kaum einem Zweifel, daß die geringere Radienanzahl aus längsgeteilten Individuen hervorgehen kann [II, 5 *b*] und auch Vermehrungen der Manubrien auf Regeneration nach Verlust der oberen Kuppe der Qualle [II, 5 *f*—*g*] zurückzuführen sind. Sehr ausführlich hat Carlgreen (1904) die regenerative Entstehung der verschiedenen Bauabweichungen bei der Seerose Sagartia viduata untersucht.

„1. Radiale Formen entstehen:

a) Von größeren, keine Richtungsmesenterien enthaltenden Fragmenten des proximalsten Körperteiles, die solche Form haben, daß die seitlichen Wundränder sich zueinander schließen können und die keine Neubildungen anlegen.

b) Von keine Richtungsmesenterien enthaltenden Teilstückchen, die die ganze Länge des ursprünglichen Körpers umfassen und die sich wie die in *a*) erwähnten Fragmente verhalten.

2. Bilaterale Formen mit nur einem Richtungsmesenterienpaar entstehen:

c) Von kleinen (selten von größeren), keine Richtungsmesenterien enthaltenden Fragmenten des proximalsten Körperteiles, indem sie eine Neubildungszone mit einem Richtungsmesenterienpaar entwickeln.

d) Von Teilstückchen mit einem alten Richtungsmesenterienpaare, die die ganze Körperlänge umfassen und deren Schnittränder sich schließen, ohne eine Neubildungszone zu bilden.

3. Doppeltiere entstehen:

e) Von größeren Fragmenten des proximalsten Körperteiles, in deren Mitte ein Richtungsmesenterienpaar liegt und deren Richtungskanal stark den übrigen Tentakeln in Größe und Breite vorauseilt. Liegt das Richtungsmesenterienpaar an der einen Seite des Stückchens und wächst der Richtungstentakel stark zu, kann auch ein Doppeltier entstehen, dessen eine Hälfte jedoch nur entwickelt wird [II, 9].

f) Von zwei kleinen, keine Richtungsmesenterien enthaltenden, dicht aneinander liegenden Fragmenten des proximalsten Körperteiles, deren aneinander grenzende seitliche Schnittränder wieder miteinander zusammenwachsen.

g) Dadurch, daß jede Neubildungszone — wenn zwei vorhanden sind, wie bei Aiptasia — ihr eigenes Schlundrohr bekommt.

4. Kolonienähnliche Formen mit mehreren Mundöffnungen und Schlundrohren entstehen von sehr langgestreckten Fragmenten des proximalsten Körperteiles, die niemals als ganzes eine zylindrische Form wieder annehmen können. Solche regenerierte Stückchen können sich durch allmähliche Streckung und Verdünnung einer Körperpartie abschnüren und dadurch kleinere Kolonien von mehr zylindrischer Form hervorbringen.

5. Formen mit zwei unsymmetrisch liegenden Richtungsmesenterienpaaren entstehen:

h) Von größeren Fragmenten des proximalsten Körperteiles, deren Richtungsmesenterienpaar nicht in der Mitte des Stückchens liegt;

i) Selten von kleineren Stückchen ohne Richtungsmesenterien, die zwei Neubildungszonen anlegen;

j) Selten von gewissen Doppeltieren, deren die eine Hälfte eine Neubildungszone anlegt.

6. Formen mit anderen Grundzahlen als 6 entstehen:

k) Von Teilstücken, welche die ganze Körperlänge umfassen, und von größeren Fragmenten des proximalsten Körperteiles, die keine Neubildungszone der Mesenterien anlegen und deren Zahl der stärkeren Mesenterienpaare kleiner oder größer als 6 oder gewisse Multiplen von 6 (12, 24, 48 usw.) ist.

l) Von ähnlichen Teilstückchen (und Fragmenten), die eine Neubildungszone anlegen und deren stärkere Mesenterien zusammen mit den neu angelegten stärkeren nicht die Sechszahl oder gewisse Multiplen davon (12, 24, 48 usw.) erreichen.

m) Von kleineren Fragmenten, deren nach der Degeneration zurückgebliebene vollständige Mesenterien zusammen mit den neu angelegten vollständigen nicht eine Sechszahl bilden.

Unter gewissen Umständen entwickeln sich, wie wir leicht vom Obenstehenden einsehen können, auch aus den Teilstücken und Fragmenten Individuen mit nach der Sechszahl angeordneten Mesenterien. Ebenso können auch Individuen mit zwei symmetrisch liegenden Richtungsmesenterienpaaren von Teilstückchen und Fragmenten sich ausbilden, und zwar:

a) Von senkrecht zu der Richtungsebene halbierten Teilstücken, die die ganze Körperlänge umfassen und die eine Neubildungszone der Mesenterien anlegen;

b) Von ähnlichen Teilstückchen, die keine Neubildungszone der Mesenterien entwickeln, aber deren einziges Richtungsmesenterienpaar in der Mitte aufgelöst wird und somit zwei Paare Richtungsmesenterien hervorbringt.

c) Von größeren Fragmenten, die in der Mitte ein Richtungsmesenterienpaar tragen und deren zuerst entstandene Richtungstentakel nicht oder sehr wenig in Länge und Breite sich von den übrigen Tentakeln unterscheidet.

d) Wahrscheinlich auch von kleineren Stückchen, in deren Mitte ein Richtungsmesenterienpaar sich befindet und welche die Neubildungszone mit einem Richtungsmesenterienpaare anlegen."

Halbzurückgestülpte Polypen bilden Monstrositäten, indem am Wulste ein neuer Mund mit Tentakeln sich bildet (Trembley 1744, Goeze 1775).

Verschmelzung tritt ein sowohl bei abnormalen Tentakeln (Rand 1899, Wetzel 1895) als auch bei aneinander gepfropften Kopfstücken, welche sich dann parallel stellen (Wetzel 1895); umgestülpt ineinander gesteckte Polypen bilden dauernd vereinigte Polypen mit zwei Tentakelkränzen, während ein nicht umgestülpter, in einen andern Polypen gesteckt, denselben durchbohrt (Trembley 1744, Goeze 1775).

Endlich sei noch die Verschmelzung reduzierter Schwämme erwähnt (H. V. Wilson 1907).

III. Kapitel.

Stachelhäuter (Echinodermata).

§ 1. Über physiologische Regeneration der Echinodermen findet sich eine Angabe Théels (1894) über die Absorption des Larvenskelettes durch Mesenchymzellen, die dann als Vorratskammer für die definitiv zu bildenden Skelettstücke dienten. Normale Regeneration nach Abschluß der Metamorphose ist bei den Holothurien durch den Wechsel in der Gestalt der Kalkkörper bekannt geworden. Während derselbe bei Colochirus Lacazii (Hérouard 1889), Holothuria erinaceus (Semper 1868), Mesothuria intestinalis (Östergren 1896), Phyllophorus urna (Ludwig 1898), Stichopus japonicus (Mitsukuri 1897), Synapta inhaerens und digitata (Baur 1864), Thyone subvillosa (Hérouard 1889) kontinuierlich vor sich geht, so daß die Kalkkörper sukzessiv ersetzt werden, soll aus Holothuria aphanes durch gleichzeitige Resorption aller Kalkkörperchen und unvermitteltes simultanes Auftreten der (phylogenetisch neueren) „Schnallen", die bisher als eine andere Art betrachtete Holothuria impatiens hervorgehen (Östergren 1898, Literaturübers. und weitere Details).

§ 2. Die Autotomie ist bei manchen Seesternen und Seewalzen eine so gewöhnliche Erscheinung, daß sie geradezu als Fortpflanzung durch Teilung erscheint, wenn sie anscheinend spontan geschieht. Während bei Synapta digitata (Baur 1864 gegenüber Montagu 1809) und der typischen Cucumaria planci (Monticelli 1896 gegenüber Chadwick 1891) nur die Vorderhälfte eines autotom quergeteilten Tieres regeneriert, können bei der auf sandigem Fangoboden lebenden Abart der letzteren durch sukzessive Querteilung [III, 9] immer mehr Individuen hervorgehen, die aber immer kleiner bleiben und endlich erlöschen, wenn keine geschlechtliche Generation hinzukommt (Monticelli 1896). Die Fortpflanzung durch Querteilung soll in diesem Falle infolge der ungünstigen Eiablageverhältnisse erworben worden sein.

Bei den See- und Schlangensternen kommen zwei Arten der freiwilligen Teilung vor, die Querteilung und die Abwerfung einzelner Arme (divisio radialis). Während die erstere Art bei allen übereinstimmend angegeben wird, scheint die zweite mit Sicherheit nur bei Schlangensternen und Valvulaten (Linckiidae) (Cuénot 1887, Lit.!) nachgewiesen, wo die abgetrennten Arme ohne

anhaftendes Scheibenstück zu regenerieren imstande sind. Bei Labidiaster radiosus (Forcipulata) sollen die im basalen Drittel mit Geschlechtsprodukten gefüllten Arme, abgeworfen, zur Ausstreuung der Brut dienen und werden von der Scheibe aus regeneriert (Studer 1876). Bei Ophiocnida echinata (Sluiter 1898) wird die Rückenhaut der Scheibe und des basalen Armabschnittes zusammen mit Magen und Geschlechtsorganen anscheinend spontan abgeworfen, so daß jeder Geschlechtsperiode ein neuer Rücken entsprechen würde. Ähnlich verhält sich Amphiura grisea nach Bell (1902) und Sluiter (1898). Die heftigem Wellenschlage ausgesetzten Seesterne werden aber auch sonst oft stark verletzt (Asterias tenuispina — Greeff 1872, Réaumur 1742) und räuberische Tiere dürften ebenfalls Veranlassung zur Entfaltung der Regeneration bieten (Réaumur 1742). Trotzdem sind keine bestimmten Teillinien (präformierte Bruchstellen) vorhanden (Simroth 1877); die Regeneration der Arme findet demgemäß von jeder Stelle an statt (Ludwig 1827); doch brechen sie bei Asterias [XIV, 1] am leichtesten zwischen viertem und fünften Ambulacralossiculum, wo sich infolge einer Depression die schwächste Stelle befindet, ab (King 1898), bei Brisinga coronata zwischen zweitem und dritten Wirbel (Saros 1875). Ebensowenig befinden sich an den Armen des Haarsternes Antedon bestimmt lokalisierte Abbruchstellen (Perrier 1873). Derselbe autotomiert leicht von jedem Armabschnitte aus, wenn ein Arm festgehalten wird oder hängen bleibt. Die Beobachtung Frenzels (1886), daß Antedon, in die Luft gebracht, ohne Autotomie langsam absterbe, kann ich nicht bestätigen.

Schon Fabius Columna (1592) berichtet, daß bei den Haarsternen die „Scheibe“ leicht vom Kelche abzutrennen ist und W. B. Carpenter (1866) vermutete die darauffolgende Regeneration. Der gleichen Ansicht pflichtete Örley bei, dessen Vermutung Marshall (1884, 1886) durch Beobachtung bestätigte. Für die Häufigkeit der Erscheinung sprachen die während der Challengerfahrt oft ohne Scheibe gedredgten Antedon (P. H. Carpenter 1884). Experimentell untersuchte Dendy (1886) die Autotomie der Scheibe. Danach findet der Abriß der Visceralmasse auf dem Niveau der ersten Pinnulae statt. Die leichte Abhebbarkeit der Scheibe gestattet eine einfache Transplantation durch Vertauschung der Viszeralmassen zweier Exemplare, da die ersten Pinnulae auch fremde Viszeralmassen an den zurückgebliebenen

Kelch anpressen und so die rasche Verwachsung befördern (Przibram 1901).

Eine eigentümliche Autotomie kommt noch bei den Holothurien vor. Dieselben stoßen meist nach kurzer Gefangenschaft den hinter dem Wassergefäßring abgerissenen Darmkanal samt den anhängenden „Wasserlungen" und Eierstöcken zum After aus und sollen, entgegen den älteren Angaben, wonach dies unfehlbar ein Zeichen des nahen Todes wäre (Dalyell 1851, Baur 1864, Delle Chiaje 1825), die ersteren regenerieren (Holothuria scabra — Semper 1868); ja auch noch nach Auswerfen der Eingeweide inklusive Kalkring und Tentakeln soll dies möglich sein (Thyone fusus — Noll 1881). Ob Stichopus auch die gleichzeitig abgeworfene Cutis regeneriert, ist nicht bekannt. Als Ursache dieser merkwürdigen Autotomien gilt das verdorbene Wasser, das auch bei einem Seesterne (Solaster papillosa — Dalyell 1851) Autotomie hervorruft. — Die Kometenformen [III, 1*c*] wurden früher für „junge" Seesterne gehalten (Dalyell 1851).

§ 3. Von den sieben Klassen der Stachelhäuter sind zwei, die Cystoïden und Blastoïden, nur fossil bekannt; bei den übrigen, den Seesternen (Stelleroïdia — Réaumur 1742, Spallanzani 1782, Walch 1774 u. v. a.), Schlangensternen (Ophiuroïdia), Haarsternen (Crinoïdia), Seeigeln (Echinoïdia) und Seewalzen (Holothurioïdia) ist akzidentelle Regeneration nachgewiesen, ja auch bei einem fossilen Seesterne (Fraas 1886), so daß wir möglicherweise dieselbe an den zwei ausständigen Klassen noch werden finden können.

Der ebenfalls zu den Ambulakraliern gestellte Eichelwurm Balanoglossus [III, 10*a*] zeigt auch regenerative Potenzen. Er regeneriert nach Willey (1899) und Dawydoff (1902) selbst die vordere Körperhälfte.

In bezug auf Regenerationsgüte läßt sich im allgemeinen sagen, daß die sternförmigen Arten noch aus Längsstücken, die schlauchförmigen aus Querstücken zu regenerieren vermögen. Bloß bei den kugelförmigen Seeigeln ist eine weitgehende Regeneration aus Teilstücken nicht beobachtet, was aber vielleicht nicht einmal so sehr auf ihre hohe Spezialisierung als auf die ungünstige Konsistenz zurückzuführen ist, die einen raschen Wundverschluß ohne vorheriges Verbluten schwerlich gestattet. Daß die Seeigel sehr wohl zu regenerieren vermögen, wenn der Verlust ihre Lebensfähigkeit nicht aufhebt, zeigen die Versuche von Prouho (1887

[III, 6α, a]) über die Regeneration der Hautbekleidung, die Beobachtungen von Carpenter (1847, 1870) und Quekett über Stachelreparation [III, 7, 8] sowie von v. Martens (1879) über Verheilung.

§ 4. Während bei den geschlechtsreifen Imaginalformen der Stachelhäuter ein hohes Regulationsvermögen ebenso wie bei den ersten Stadien ihrer Eier (vgl. Experimentalzool. I, Embryogenese, S. 56—61) vorhanden ist, soll nach Driesch bei dem zwischenliegenden Stadium des Pluteus die Regeneration geringer sein. Allein seine Versuche mit der Abtrennung der Cölomanlagen durch einen queren Schnitt bei Seesternlarven sind den an den Eiern und Imagos ausgeführten Operationen nicht gleichwertig, da sie die totale Entfernung von Organsystemen mit sich bringen, deren Ergänzung auch auf den anderen Stadien nicht nachgewiesen ist. Hingegen hat gerade derselbe Forscher (Driesch 1899) zur Untersuchung des Skelettregenerationsvermögens Larven des Sphaerechinus granularis auf verschiedenen Altersstufen der Einwirkung von Kohlensäure (CO_2) ausgesetzt und positive Resultate erhalten:

1. Larven im Prismastadium mit großem Dreistrahler jederseits ($2\frac{1}{2}^h$ im CO_2-haltigen Wasser) bildeten das Skelett in etwa $\frac{1}{3}$ der Fälle annähernd normal neu, in $\frac{1}{3}$ nicht wieder, in dem restlichen $\frac{1}{3}$ meist beiderseits anormal, oder nur einerseits und normal, oder einerseits normal, anderseits anormal.

2. Larven im Beginne der Armbildung ($1\frac{3}{4}^h$ CO_2) bildeten nur in etwa $\frac{1}{8}$ der Fälle ein annähernd normales Skelett, in weniger als $\frac{1}{4}$ keines wieder, hingegen in $\frac{1}{4}$ der Fälle allein ein beiderseits abnormales, in einem weiteren $\frac{1}{4}$ ein einerseits abnormales, im Reste das Skelett einseitig aus.

3. Vier Tage alte Plutei ($1\frac{1}{2}^h$ CO_2) bildeten nie ein annähernd normales (oder einseitiges) Skelett wieder, in mehr als $\frac{1}{2}$ der Fälle gar keines, in etwa $\frac{1}{4}$ der Fälle ein einerseits abnormales, im Rest ein beiderseits abnormales aus.

Obzwar die Larven früherer Stadien ihrem Aussehen nach wesentlich mehr durch die Skelettauflösung geschädigt wurden als die Pluteï und auch eine weit höhere Sterbeziffer aufwiesen — nur die Überlebenden sind in den angeführten Versuchen berücksichtigt — so sind sie also dennoch, falls sie überhaupt gesund überleben, zur Bildung eines annähernd normalen Ersatzskelettes besser befähigt als letztere. „Und dieses Faktum erscheint nicht

unverständlich, wenn man erwägt, daß ja bei jenen früheren Stadien die Kalkbildner sich erst wenig von ihrem Ausgangsorte am Ektoderm entfernt haben, daß somit die Ersatzskelettbildung hier sich mehr in den normalen Bahnen bewegen kann als bei älteren Objekten."

§ 5. Der erste Wundverschluß findet bei Abtrennung eines Armes (Asterias — King 1898) durch Gleiten der aboralen Fläche über die Wunde statt, was 3—5 Minuten nach der Verwundung eintritt; wenn jedoch ein kleines Armstückchen stehen geblieben ist, erfolgt erst nach 10 Minuten ein unvollständiger Verschluß. Bei der „Schizogonie" (Ophiactis virens — Simroth 1877) findet zunächst Verklebung und Verschmelzung mit Vernichtung des Epithels der Kontaktfläche, Zusammenbiegen der bleibenden Arme, wodurch der Winkel von 60° auf 90° erhöht wird, und Zusammenkrümmung der Rückenhaut behufs Verschließung des Magenraumes statt. Bei Holothurien bleiben die Wundränder bis zur vollständigen Neubildung der Organe invaginiert (Cucumaria planci — Monticelli 1896). Nach Abtrennung der Scheibe des Haarsternes geht die Überhäutung der Wundfläche von einer $\frac{1}{2}$ *mm* dünnen, dem Bindegewebe des Kelches angehörigen Schichte in zwei Tagen vor sich (Dendy 1886). Wenn bei dem Seeigel Dorocidaris ein großer Bezirk der Hautdecke verletzt ist, wird darunter eine mit der äußeren Haut kontinuierliche Membran gebildet, welche durch die sogenannten „braunen Körperchen" gefärbt erscheint, und der verletzte Teil wird allmählich abgestoßen (Prouho 1887).

Nach Dawydoff (1901) erfolgt die Degeneration der durch die Amputation verletzten Gewebe des Armes beim Schlangensterne auf dem Wege der Phagozytose. Die Rolle der Phagozyten übernehmen sowohl frei umherirrende Zellen wie auch Elemente bindegewebiger Natur. In einigen Fällen erfolgt das Zuheilen der Wunde durch Bildung einer homogenen Masse über die Amputationsfläche, welche aller Wahrscheinlichkeit nach als Gerinnungsprodukt der aus dem Arme nach der Wunde hin strömenden Flüssigkeiten aufzufassen ist. In der Folge wird diese provisorische Fülle ebenfalls auf dem Wege der Phagozytose wieder resorbiert.

§ 6. Die ersten Anzeichen der Regeneration bestehen in dem Wuchern der Haut, welche, indem sie zusammenwächst, eine feste, kompakte Schicht über der Amputationsfläche bildet [III, 4α]. Der Ambulakralkanal wächst aus dem alten Kanal und krümmt sich in der in Bildung begriffenen Knospe bisweilen nach der

ventralen Seite hin. Durch die Wucherung des Ambulakralkanales wird eine Hervorstülpung der ihm anliegenden Hautschicht bedingt, während über der Amputationsfläche eine kleine Anschwellung die Anlage des neuen Armes bildet. Das Mesoderm des neuen Armes wird auf zweierlei Weise angelegt: der größere Teil, das Mesenchym, entsteht durch Eindringen der bindegewebigen, wandernden, amöboiden, bei der Degeneration die Rolle von Phagozyten spielenden Zellen [III, 4β] aus den Geweben des Armstumpfes in die sich bildende Knospe; der andere Teil des Mesoderms bildet sich aus der Hautschicht der Knospe durch Abtrennung von bindegewebigen, mesodermalen Zellen von der inneren Oberfläche dieser Schicht [III, 4γ].

Das Cölom geht aus der alten Leibeshöhle hervor. Durch Lostrennung zweier seitlicher Abschnitte [III, 4*d*, *e*] von der Leibeshöhle werden zwei Paare von Höhlen gebildet. Das erste Paar, welches unter den Ambulakralkanal verlagert wird und hier mit seinen Wandungen zusammenstößt, bildet den paarigen Pseudohämalkanal, welcher hier wie bei den Asteriden durch ein vertikales Septum — das Verwachsungsprodukt der Wände beider Cölomhöhlen — in zwei Hälften getrennt wird. Das zweite Paar abgeschnürter Cölombezirke bildet durch Umwandlung von Cöothelzellen in Muskelzellen die unteren Muskelfragmente. In der Masse des beide Pseudohämalkanäle trennenden Mesenteriums, welches bei Amphiura auch im normalen Arme bestehen bleibt, wird das Blutgefäß angelegt. Der Epineuralkanal ist eine Bildung des Schizocöls, welches durch Hinwegrücken des Nervenstammes vom Epithel entsteht, und hat demnach ontogenetisch keinerlei Beziehungen zu dem Pseudohämalkanale, welcher (wie wir sahen) ein Derivat des Enterocöls ist. Die oberen Muskelfragmente sind gleich den unteren ebenfalls cölothelialen Ursprunges. Sie entstehen aus den lateralen Cölomsäcken, welche durch Teilung der Cölomhöhle in einen zentralen (den späteren Dorsalkanal) und seitliche Abschnitte entstehen; diese Teilung der Leibeshöhle erfolgt dadurch, daß das Bindegewebe von der unteren Seite in dieselbe hineinwächst und die untere Cölomwand zwingt, sich nach dem Innern der Höhle vorzustülpen.

Das Nervensystem wird bei der Regeneration aus dem Ektoderm neu angelegt und bildet in den frühesten Stadien eine auf der ventralen Seite nach dem Ektoderm zu offene Rinne [III, 4*e*] und zuletzt ein Rohr mit deutlich ausgesprochenem Lumen. Diese

Bildungsweise des Nervenstammes berechtigt dazu, auf die Verwandtschaft der Ophiuren mit den Euteropneusten hinzuweisen, deren „Kragenmark“ bei den Larvenstadien außerordentlich an das orale Nervenrohr der Ophiuren erinnert.

Das periphere Nervensystem entsteht durch Wucherung des zentralen Stammes. Die tiefliegenden paarigen Nervenstämme entstehen augenscheinlich aus dem unpaaren oralen Stamme. Bei Amphiura und Ophiopholis bemerkt man über den Pseudohämalkanälen an deren Wandung liegende Komplexe von Nervenzellen, welche zwei direkt unter dem Ambulakralkanale, d. h. in den Mesodermbezirken des Armes liegende Nervenstämme (dorsales radiales System Jickeli) bilden.

Die Ambulakralfüßchen [III, 4 δ] entstehen durch Evagination der Seitenteile des Ambulakralkanales. An ihrer Entwicklung nimmt der Nervenstamm bedeutenden Anteil. Die postembryonale Entwicklung der Ophiuren ist so wenig untersucht worden, daß wir die Vorgänge während der Bildung des Armes bei der Regeneration und bei der normalen Entwicklung nicht in ihren Einzelheiten miteinander vergleichen können; indem wir aber die erhaltenen Fakta miteinander vergleichen, müssen wir zu der Überzeugung gelangen, daß der Regenerationsprozeß nach den Prinzipien des embryologischen Prozesses erfolgt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die in gegenwärtiger Zeit in den Vordergrund gedrängte Frage über die Beziehungen der Keimblättertheorie zu dem Regenerationsprozesse für die Ophiuren in bejahendem Sinn entschieden werden muß. Wir sehen, daß alle Organe in dem sich neubildenden Arme aus den entsprechenden Organen des alten Keimblattes hervorwachsen (Ambulakralkanal, Cölom) oder Produkte des entsprechenden Keimblattes sind. So differenziert sich das Nervensystem aus dem Epithel (Ektoderm) und die Muskeln differenzieren sich aus dem Cölothel, welches sich bei den Ophiuren nach Russo aus dem Mesoderm entwickelt.

Ebensowenig wie bei den bereits nach Primitivorganen differenzierten Eiern (vgl. Experimentalzool. I) ist es also für den entwickelten Stachelhäuter nachgewiesen, daß die Organe eines Keimblattes aus denen eines andern zu regenerieren vermöchten; daher ist zur Regeneration aus einem Arme die Aufnahme eines Darmstückes notwendige Bedingung (Ophiactis — Simroth 1877); bei Experimenten an Asterias (vulgaris — King 1898) mußte auch wenigstens $\frac{1}{5}$ der Scheibe dem Arme gelassen sein und erst bei

½ derselben konnte mit Sicherheit auf Regeneration gerechnet werden. Das Vorkommen echter „Kometenformen“, d. h. des Regenerierens von Armen aus einem Arme ohne Scheibenteil (bei Asterias — Schleiden 1874, Lamarck 1835—1845 u. a.) wird auch sonst geleugnet (Martens 1884, Milne-Edwards 1870), für Heresaster (Perrier 1875/76) behauptet; übereinstimmend wird dasselbe nur für die Linckiidae (Cuénot 1887, Haeckel 1878, Hirota 1895, Kellogg 1904 [III, 2], Lütken 1872/73, Martens 1866, 1884, Perrier 1875/76, Sarasin 1884/85) bejaht; der an dem distalen Ende eines abgebrochenen Strahles von Linckia multifora neugebildete ganze kleine Seestern (Sarasin 1884/85) müßte als echte Knospe aufgefaßt werden, falls eine neue Mundöffnung nachgewiesen würde (Korschelt-Heider 1890—1893); doch hat die Auffassung als Mehrfachbildung wohl größere Wahrscheinlichkeit für sich.

Daß auch bei Verwachsung nur gleichwertige Keimblätter kontinuierlich ineinander übergehen (z. B. bei Transplantation — King 1898) braucht wohl nicht erst betont zu werden. Regeneration der mit den Eingeweiden ausgestoßenen Geschlechtsorgane soll bei Thyone fusus (Noll 1881) beobachtet sein; sonst wird bei Holothurien keine Regeneration jener Organe angegeben (Holothuria scabra — Semper 1868, Cucumaria planci geteilte Exemplare — Monticelli 1896); in den neugebildeten Armen von Seesternen können Geschlechtsorgane auftreten, und zwar ohne Beziehung zur Größe (King 1898); ob die insgesamt abgeworfenen Geschlechtsorgane z. B. bei Ophiocnida und Amphiura (Sluiter 1898, vgl. § 2) wieder neu gebildet werden können, ist noch nicht geprüft worden.

Bei horizontal über der Vertebralriefe entzweigeschnittenen Armen (Asterias — King 1898) regeneriert die ventrale Portion eine neue dorsale Oberfläche; bei der dorsalen wurde keine Regeneration beobachtet. Da auch bei verschiedenen vertikalen Schnitten (vgl. § 10 unten) ein Zentralteil des Armes zur Regeneration anwesend sein muß (King 1898), so dürfte ein Einfluß der Radialnerven maßgebend sein.

Welche Teile bei den Haarsternen zur Regeneration erforderlich sind, habe ich (Przibram 1901) durch variierte Experimente zu ermitteln gesucht [III, 5]:

a) Antedon rosacea ist imstande, ein ausgeschnittenes Fünftel, umfassend ein Armpaar, das zugehörige Scheibenstück

und Teile der Zentralkapsel und Basalcirrhen zu regenerieren [III, 5β].

b) Vollständig halbierte Exemplare regenerieren die fehlenden zwei Armpaare und den Einzelarm [III, 5*b*].

c) Ein Fünftel von Antedon ist imstande, wenigstens noch ein Armpaar zu regenerieren, die basalen Cirrhen gehen während dessen zugrunde [III, 5γ].

d) Die Scheibe kann vor diesen Operationen leicht entfernt werden, ohne daß die Regeneration verhindert würde, und wird selbst stets regeneriert [III, 5*a*].

e) Der Kelchboden kann nach Entfernung der Scheibe vollständig ausgekratzt werden, ohne daß die Regeneration der Scheibe verhindert würde.

f) Schneidet man sämtliche Armpaare bis auf eines knapp am Grunde ab, so werden dieselben zugleich mit der Scheibe, die bereits nach Amputation von zwei Armpaaren abgeworfen wird, regeneriert.

g) Schneidet man sämtliche Armpaare ab, so daß nur die Zentralkapsel mit den kleinen Basaltcirrhen übrig bleibt, so geht dieselbe zugrunde, ohne zu regenerieren.

h) Die Armpaare können hingegen wenigstens noch ein Armpaar rudimentär regenerieren, doch ist es fraglich, ob nicht ein kleines Kelchstückchen notwendig [III, 5*h*].

i) Einzelne Arme regenerieren nichts.

k) Einzelne Kelchstücke regenerieren nichts.

l) Schneidet man den basalen Cirrhenkranz total ab, so wird wenigstens in der Zeit der übrigen Regenerationen nicht regeneriert.

m) Schneidet man den basalen Cirrhenkranz samt dem basalen Teile der Zentralkapsel ab, so wird zwar die offene Wunde überhäutet, aber weiter wenigstens in der Zeit der übrigen Regenerationen nichts regeneriert.

n) Wird zugleich die Scheibe abgelöst, so regeneriert dieselbe regelmäßig.

o) Wurde die Zentralkapsel basal mit dem basalen Cirrhenkranze entfernt und durch Durchbohrung des Kelchbodens das Zentralnervensystem vollständig zerstört, so wurde nicht nur nichts regeneriert, sondern das Tier ging auch nach kurzer Zeit zugrunde, obzwar die beiden Teile getrennt die Fähigkeit zur Regeneration besaßen (vgl. oben).

p) Wurde nach Entfernung der Scheibe nur ein Schnitt zur Zentralkapsel geführt und das Zentralnervensystem zerstört, so verhält es sich ebenso.

q) In Übereinstimmung mit den älteren Angaben konnte eine regenerative Tätigkeit losgelöster und isoliert gehaltener Scheiben oder Scheibenhälften nicht beobachtet werden. Es ist zwar außerordentlich leicht, dieselben unverletzt vom Kelche abzulösen, und dieselben bleiben auch einige Tage am Leben, was namentlich aus der Entleerung der Fäzes geschlossen werden kann, zerfallen aber dann, ohne einen Versuch zur Wiederherstellung von Kelch oder Armen gemacht zu haben. Gehen der Scheibe überhaupt regenerative Potenzen ab? Zur Beantwortung dieser Frage wurden zwei Wege eingeschlagen. Es wurde *r*) die Afterpapille abgeschnitten, während die Scheibe in ihrer natürlichen Lage auf dem Kelche angewachsen gelassen wurde, *s*) die Scheibe mehr oder weniger von der Unterlage abgelöst und beobachtet, ob dieselbe wenigstens wieder anwachsen würde.

r) Die Regeneration der abgeschnittenen Afterpapille [III, 5*a*] ging regelmäßig vor sich und das Funktionieren des neuen Afters konnte nach einem Monate beobachtet werden. Regenerative Potenzen gehen daher der Scheibe nicht ganz ab und ihre Unfähigkeit, losgelöst zu bestehen oder zu regenerieren, dürfte dem Fehlen ausreichender ektodermaler Teile und namentlich solcher des Nervensystems zuzuschreiben sein.

s) Die Scheibe, zur Hälfte abgelöst, wuchs wieder vollständig am Kelche an. Es wurden nun Mittel angewendet, um ihre sofortige Rückkehr in die frühere Lage sofort nach der Operation zu verhindern. Diese waren:

α) Abschnitt der losgelösten Hälfte.

β) Entfernung der Kelchauskleidung unter der abgelösten Hälfte.

γ) Unterschiebung eines gummierten Papierstreifens unter die abgelöste Hälfte.

δ) Unterschiebung der normalerweise die Scheibe von oben haltenden Basalcirrhen der Arme unter die fast ganz abgelöste Scheibe.

In den beiden letzten Fällen wurde die Scheibe abgeworfen, in den beiden ersteren wuchs dieselbe wieder vollständig an, und zwar waren die Radien nicht immer mehr nach den Armen orientiert, so daß anzunehmen ist, daß die Scheiben selbst hierbei

eine gewisse regenerative Tätigkeit entfaltet haben. Die Orientierung der Radien müßte unverändert wiedergekehrt sein, wenn die Regeneration von den Armpaaren ausgegangen wäre.

Abgetrennte Tentakel der Synapta leben 2—3 Tage, ohne zu regenerieren (Quatrefages 1842); kleine Stücke von Cucumaria planci sogar 2—3 Monate, so daß an Symbiose mit Zoochlorellen gedacht wurde (Monticelli 1896).

Welche Größe bei bereits entwickelten Echinodermen Teilstücke besitzen müssen, um regenerieren zu können, darüber fehlen präzise Angaben; manchmal werden bei den Seesternen nicht nur die Scheibe ohne jeden Arm (Brisinga coronata — Sars 1875), sondern auch Scheibenbruchstücke genügen; Armbruchstücke sollen (Lamarck 1835—45) nicht regenerieren. Hingegen sahen Dawydoff (1901) und Zeleny (1903) die Schlangensterne [III, 3] nach Abschnitt aller Arme stets vor Eintritt der Regeneration zugrunde gehen.

§ 7. Ein Arm von Asterias [III, 1] mit dem Minimum an Scheibe ($\frac{1}{5}$ derselben vgl. § 6) regenerierte nur einen neuen Arm (Asterias vulgaris — King 1898), größere Stücke, von der Hälfte an, [III, 1 *c*] regenerieren bis zur normalen Armzahl; in 10 Tagen erscheint (bei Asterias vulgaris von 50—75 *mm* Durchm. — King 1898) ein kleiner, dunkler pigmentierter Konus mit Augenfleck und kleinen Stacheln an der Spitze; Skelett tritt von Anfang an auf; die Ambulacralfüßchen sind zuerst in geringer Zahl vohranden; der Darm wächst erst, wenn der Arm $\frac{1}{5}$ normaler Länge erreicht hat, in denselben und spaltet sich in zwei coeca; die Wachstumsart der neuen Arme ist dieselbe, wie die der alten und deren Wachstumszone nicht stärker entwickelt. Ein zirkuläres Stück der Mundscheibe regeneriert Ektoderm durch Einwachsen von außen in einer Woche; Stacheln in drei Wochen; Madreporenplatte nach zwei Monaten erst anfangend. Eine abgeschnittene Armspitze wächst rascher in die Länge als Breite, erst bei vollständiger Regeneration volle Breite erreichend. Wenn regenerierte Arme der Ophiuren (Simroth 1877) bereits mehrgliedrig und größer sind als junge, kann ihnen noch die Skelettmuskulatur fehlen, die Muskeln der Pedizillarien und der Hautkiemen können noch solid sein; die Farbe ist ein untrügliches Zeichen der regenerierten Arme.

Auch bei Antedon enthalten nach Perrier (1873) die regenerierten Teile noch keinen roten Farbstoff; die Knospe eines Fiederchens (Pinnula) entsteht nicht an der alten Stelle, sondern

nur am Tentakelrand, so daß sie anfangs schmäler als das Glied ist. Die zunächst solide Anlage erhält dann Lumen. Es tritt ein gelber Stoff (oil cells Thompson's) wie in der Embryonalentwicklung auf, dann verlängern sich die generativen Körperkanäle und einzelne Kalkmassen unregelmäßiger Gestalt werden abgelagert, welche das Skelett bilden. Es entwickeln sich die Gruppen der sekundären Fiederchen an den Pinnulae durch zweifache Spaltung der Papillen von der Spitze der Fiederchen gegen die Basis und in der Reihenfolge des Alters derselben. Die Glieder der Pinnulae sind bereits vor vollständiger Ausbildung des Skelettes vorhanden. Dann erst treten die Drüsen zumeist als großkernige Zellen auf; während der Ausstülpung der Drüse nimmt der Kern immer mehr an Größe ab. Analog erfolgt auch die Entwicklung ganzer Arme; die pinnulae entwickeln sich von der Basis zur Spitze, die jungen sind gekrümmt und infolge der erst späten Ausbildung der Muskeln bewegungslos. Schließlich sprießen zwischen den Pinnulae neue Divertikel als Tentakulargruppen der Arme hervor und es erscheint zuletzt auch das rote Pigment.

Bei der Regeneration aus einem Arme (Ophidiaster = Linckia diplax, ornithopus, multiforis, Ehrenbergii — Häckel 1878, L. diplax — Kellogg 1904 [III, 2]) sprossen zuerst 4 neue Arme hervor, so daß die Achse des alten senkrecht auf die Achse der beiden benachbarten jungen steht und die jungen untereinander gleiche Winkel (60°) einschließen; erst bei weiterem Wachstum entwickelt sich im Zentrum eine kleine Scheibe und damit nähern sich die Arme der normalen Stellung. Dann treten die Anfänge der Madreporenplatte auf, und zwar meist zwei, eine zu jeder Seite des Hauptarmes. Manchmal werden fünf neue Arme gebildet und einer steht dann in der Verlängerung der alten Achse.

Die alten Arme werden wahrscheinlich abgeworfen, da man keine alten Kometenformen findet, und es tritt ein neuer Arm an Stelle dessen oder die Wunde schließt sich ohne Regeneration (Häckel 1878, Schleiden 1874).

Die wenig bekannt gewordene Regenerationsweise der Seeigel möge etwas ausführlicher dargestellt werden.

Carpenter beschrieb zuerst 1847 Echinus-Stacheln, die anscheinend nach Verlust der Spitze repariert worden waren, was durch durchsichtige Dünnschliffe bestätigt wurde [III, 7]. Kurz darauf wurde von Quekett ein Exemplar von Echinus trigonarius aufgefunden, dem offenbar durch den Biß eines starkzähnigen

Fisches (Scarus oder Sparus?), dessen Spuren noch sonst sichtbar waren, eine große Anzahl von Stacheln entzweigebrochen und -geschnitten und dann konisch, aber noch nicht zu vollständiger Größe, repariert worden waren. W. B. Carpenter (1870) fand an Längsschnitten dieser und weiterer Fälle, daß von der Verjüngungsstelle an, wo eine scharfe Demarkationslinie das Ende des alten Stumpfes angab, nur die äußeren Schichten sich mit differenzierter „Säulenstruktur" fortsetzten, während im Innern undifferenzierte Ablagerung, wie dieselbe für das ursprüngliche Skelett der Echinodermen im allgemeinen charakteristisch sei, ausschließlich vorhanden war.

Durch die innere Struktur ließ sich auch dort, wo die äußere Form fast vollständig erreicht schien, weitgehende Reparation (50 *mm*) nachweisen. In Acrocladia zeigten Stacheln, welche, unähnlich der zylindrischen oder keulenförmigen normalen Gestalt dieser Gattung, mehr konisch und zugespitzt waren, die für Reparation charakteristische Struktur, wobei das neue Wachstum 31 *mm* lang war [III, 8].

Im Gegensatze zu seiner früheren Ansicht, daß durch eine äußere Membran das Wachstum der Echinidenstacheln vermittelt werde, konnte Carpenter in den Stacheln von Echinus miliaris und Flemmingii eine diffuse protoplasmatische Grundsubstanz nachweisen, während bei den komplizierteren und größeren Formen eine resistentere Schicht wahrscheinlich nur zwischen den alten und neuen Schichten vorhanden sein dürfte, woraus die Struktur des Reparationsareales sich erklären würde.

v. Martens zeigte 1879 in einer Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin einen nach äußerer Verletzung verheilten Seeigel (Psammechinus pulcherrimus) vor.

Der Regenerationsprozeß selbst ist von Prouho (1887) an Dorocidaris papillata [III, 6] verfolgt worden. Wird ein großes Areal der Decke verletzt, so bildet sich darunter eine Membran, die mit der äußeren Haut kontinuierlich ist und durch die „braunen Körperchen" gefärbt erscheint; der verletzte Teil wird allmählich abgestoßen. Der Entwicklung einer „Radiola" geht stets die der schützenden sekundären Stacheln voraus; die Erhebung, welche die Stellung der Radiola markiert, enthält zahlreiche braune Körperchen und teilt sich bald in zwei Teile, Tuberkel und Stachel, während Ligamente, Muskeln und elastische Fasern sowie der Nervenring erscheinen.

Das Mark und die mittlere Schicht sind früh differenziert; aber die Rinde, welche das Halsband und die Spitze des Stachels bildet, erscheint spät. Dies bedingt die Resorption der Haut, die allmählich von unten nach aufwärts verschwindet; auf diese Art ist die Spitze des Stachels sein jüngster Teil [III, 6 *a*], während bei den Pedizellarien das Umgekehrte der Fall ist. Ein wachsender Stachel wird, abgebrochen, durch die umgebende Haut repariert; ein ausgewachsener Stachel, in der Nähe der Spitze abgebrochen, kann nicht repariert werden; wird derselbe hingegen nahe der Basis abgebrochen, so wird der Rest abgeworfen und ein neuer Stachel entwickelt sich auf der alten Tuberkel [III, 6 *a*].

Auch Pedicellarien und Ambulakralfüßchen regenerieren (Echinus, Sphaerechinus, Strongylocentrotus — Poso 1907), jedoch die Sphaeridien wenigstens in 3 Monaten nicht (Strongyloc. — Delâge 1903).

Die Holothurien [III, 9] regenerieren Tentakularapparat [III, 9 *a*] (Thyone fusa — Dalyell 1851, Cucumaria planci — Monticelli 1896), Hautstückchen mit Ambulacralfüßchen (Cucumaria planci — Monticelli 1896), Magenschlauch (Thyone fusa — Noll 1871, Cucumaria planci — Monticelli 1896, Holothuria scabra — Semper 1868) und „Wasserlunge" (Thyone fusa — Morgan 1894; Holothuria scabra — Semper 1868), doch liegen über die Art und Weise keine Daten vor (vgl. § 2 Schluß und § 6 über Geschlechtsorgane).

§ 8. Was die Regenerationsdauer anbelangt, ist außer dem in § 7 über das sukzessive Auftreten von Organen Gesagte vor allem bemerkenswert, daß die Regenerationsschnelligkeit von der Scheibe gegen die Spitze des Seesternarmes (Asterias — King 1898) in der Weise abnimmt, daß ein ganzer neuer Arm schneller regeneriert werden kann, als ein abgebrochener [III, 1 *a*]: Vorteil des Abwerfens verwundeter Arme. Der Verlust eines Armes bedingt keine Abnahme in der Wachstumsgeschwindigkeit eines Seesternes (Asterias forbesii) unter sonst gleichen Bedingungen. Der regenerierende Arm hat kaum eine größere Wachstumsgeschwindigkeit als der rasch wachsende ganze Seestern bei günstigen Bedingungen (Mead 1900). Ferner werden nach Zelenys (1903) Versuchen an Schlangensternen Ophyoglypha [III, 3] mehrere Arme zugleich rascher ersetzt, als bloß ein abgebrochener Arm, indem die Regenerationsgeschwindigkeit mit der Anzahl der entfernten Arme, außer wenn alle entfernt wurden, zunahm. Größere

Schlangensterne regenerieren langsamer als kleinere (jüngere; Zeleny 1904). Das erste Auftreten eines Miniaturarmes wird mit 14 Tagen bis drei Wochen (Réaumur 1742), 10 Tagen (King 1898) bei einem Durchmesser von 50—75 *mm* des ganzen Seesternes, fünf Tagen (Dawydoff 1901, Schleiden 1874) und selbst schon nach 2—3 Tagen (Lamarck 1835—45) im Sommer angegeben, zur Herstellung vollständiger Größe mehrere Monate, je nach Größe und Temperatur (über Artunterschiede keine Angaben). Ein dünner Darmkanal und eine linke Lunge sollen bei Holothuria scabra bereits am neunten Tage nach Auswurf wieder auftreten (Semper 1868), während die vollständige Regeneration der Eingeweide (inklusive Ovarien) in 70 Tagen (Noll 1881) bei Thyone fusa beobachtet wurde; bei derselben Art regenierte der Tentakularapparat in 18 Monaten (Dalyell 1851), während die halbierte Cucumaria planci (vgl. § 2) in 40—60 Tagen zu zwei neuen Tieren sich umgebildet hatte (Monticelli 1896).

§ 9. Die halbierte Cucumaria hält bei Regeneration die Polarität aufrecht, so daß die Kopfhälfte ein neues Schwanzende [III, 9 α], die Schwanzhälfte ein neues Kopfende [III, 9 *a*] regeneriert (Monticelli 1896). Von Heteromorphosen ist nur ein Fall bekannt, wo bei einer Cucumaria planci im Verlaufe der beiden Radien etwas vor der Körpermitte eine zweite Tentakelkrone eingeschoben war (Ludwig 1892) [III, 9 *g*]: das Darmsystem war nicht beteiligt, dementsprechend fehlte der Mund. Nerven, Kalkring usw. waren vorhanden, die Radien standen in kontinuierlicher Verbindung über die Mißbildung. Diese ist auf einen Biß in die linke Flanke zurückzuführen. Embryonaler Ursprung scheint, da die betreffenden Gebilde erst postembryonal zur Ausbildung gelangen, ausgeschlossen (Ludwig 1892). In ähnlicher Weise könnte vielleicht die „Knospenbildung" bei Linckia (Korschelt-Heider 1890—93, Sarasin 1884—85, vgl. § 6) als Heteromorphose angesprochen werden. Als polare Heteromorphose müssen auch jene Fälle bei Antedon angesehen werden, in denen von den Armen aus in basaler Richtung terminale Teile, nämlich entgegengesetzt gerichtete Armspitzen, regeneriert werden [III, 5 *h*, 5 *g*] (Przibram 1901, 1906 *Stuttgart*).

Eine typische Heteromorphose mit polarer Umkehrung wäre jedoch nur der „Fall einer Einschiebung einer regenerierten Scheibe mit drei Tentakeln in einen Arm, der außerdem am proximalen Teile die Spitze regeneriert hat" (Ophiopsila aranea —

Semon 1889), wenn derselbe nicht einfach als Regeneration aus einem Scheibenbruchstücke mit zwei verletzten Armen aufzufassen wäre, da die Stellung der Füßchen an diesen gegen die Scheibe zu gerichtet ist (Ludwig 1898).

§ 10. Wird durch zwei schiefe Schnitte die Spitze eines Seesternarmes so entfernt, daß ein einspringender Winkel zurückbleibt (Asterias vulgaris — King 1898), so wächst die Spitze gerade bei gleicher Schenkellänge, sonst senkrecht zum längeren Schnitt; ebenso bei einfachem schiefen Abschnitte [III, 1 α], dann sich in die Achse richtend. Eine Armspitze kann durch mediane Spaltung in zwei neue regeneriert werden [III, 1 $f\varphi$]. Ist der Schnitt nicht genau in der Mitte, so regeneriert der größere Teil langsam die Seite, der andere heilt nur über und bleibt dann unverändert (King 1898). Wenn ein Arm median gespalten und die eine Hälfte durch senkrechten Schnitt auf die Achse abgetrennt wird, so regeneriert die Hälfte und aus dem Querschnitte wächst eine zweite Spitze hervor: auch hier unterbleibt die Regeneration, wenn der Schnitt lateral war, und der Arm ist nur gegen den Querschnitt etwas zugebogen. Würde ein Einschnitt vom Interradius zum Munde gemacht, so heilt der Schnitt ohne weitere Folgen; geht er über denselben hinaus, reißt der Seestern entzwei (King 1898).

Auch die in der Natur beobachtete Bifurkation von Armen (Oreaster gigas, Astropecten aurantiacus, Asterina sp., Linckia multifora — Lütken 1872), welche bis fast an die Scheibe reichen kann (Scytaster pistornis — Lütken 1872, Brisinga coronata — Sars 1875) ist auf Regeneration nach Verwundung zurückzuführen. Die mit der Größe mancher Seesterne zunehmende Anzahl der Madreporenplatten, wo von jeder ein Herz- und Steinkanal zukommt, ist auf Regeneration, und nicht auf die Vereinigung von 3 Eiern (Forbes 1841) zurückzuführen. So hatte ein 15armiger, kleiner Echinaster solaris sechs, doppelt so große Exemplare gleicher Armzahl zehn bis achtzehn Madreporenplatten. Auch bei den Haarsternen ist regenerative Doppelbildung ganzer Arme oder von Armspitzen beobachtet worden [III, 5 f], außerdem bei teilweisem Abbruch eines Armstückes das Hervorsprossen je einer Armspitze nicht nur aus den distalen Bruchflächen, sondern auch aus der basalen Bruchfläche des nur mehr lose am Armstumpfe hängenden Bruchstückes [III, 5 g] (Przibram 1906 *Stuttgart*).

Von Pseudocucumis avicula ist ein Fall bekannt, wo zwei Individuen mit dem Hinterende des Körpers seitlich zusammen-

gewachsen waren (Schmeltz 1879), und zwar durch die Körperwand; die Leibeshöhlen standen durch ziemlich enge Öffnung in offener Verbindung (Ludwig 1892), ähnliche Larven sollen öfter vorkommen (Ludwig 1892); da die Verschmelzung auf dem Eistadium einen andern Verlauf nimmt (vgl. Experimentalzool. I.) und an eine spätere Verschmelzung wohl kaum gedacht werden kann, dürften hier Spaltungen in Betracht kommen. Ebenso ist die Mehrzahl der als „Meristische Variation" angeführten Schwankungen in der Radienzahl (Bateson 1894, mit Litt.) sicher auf unzureichende oder überschüssige Regeneration nach Verlust von Teilen auf irgendeinem Stadium der Entwicklung, unbefruchtetes Ei bis ausgewachsenes Individuum, zurückzuführen, mag dieselbe in einem gänzlichen (Encrinus — Koenen 1887) oder teilweisen Ausfall eines Radius (Echinus — Chadwick 1893, Arbacia — Osborn 1898) bestehen oder im Pentagon der unteren Basale ein sechstes kleines Basale eingeschoben sein (Sphaerocrinus — Eck 1888). Sichergestellt ist die Entstehung überzähliger Arme bei Seesternen (z. B. Giard 1878) durch Regeneration (King 1898) [III, 1 *g*].

IV. Kapitel.

Würmer (Vermes).

§ 1. Über die physiologische Regeneration der großen Tiergruppe, welche als „Würmer" zusammengefaßt werden, liegen eine Reihe von Angaben vor, die sich teils (*a*) auf die Ersetzung der sich abnutzenden äußeren Hautschichten, teils (*b*) auf die Einschmelzung und Wiederauffrischung nach Hungerperioden, endlich (*c*) auf die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Querteilung oder Knospung beziehen.

a) Die Cuticula des Regenwurmes (Lumbricus), wahrscheinlich ein Umwandlungsprodukt des oberflächlichen Protoplasmas der Hypodermiszellen, vermag sich nach Cerfontaine (1890) an allen Körperstellen zu regenerieren. Den Fadensekreten desselben Tieres liegen große, plasmatische Körper, die aus der Hypodermis getretenen Drüsenzellen zugrunde, welche sich, wie Kükenthal (1889) mittels Karminfütterungsmethode nachwies, in zwei Tagen vollständig ersetzen können. Die Egel (Hirudinea) pflegen die Cuticula von Zeit zu Zeit im ganzen abzustreifen

und zu erneuern (Bourne, 1884), womit sie bereits an die Häutungen der Gliederfüßer erinnern.

b) Die periodische Einziehung und Erneuerung von Köpfchen, wie es auch die Cölenteraten Tubularia, Cordylophora, Sertularia zeigen, scheint bei den röhrenbewohnenden Serpuliden und bei Phoronis zuerst Van Beneden (1859), dann bei letzterer Art Schultz (1903 *Mülleri*) beobachtet zu haben. Allgemein verbreitet ist diese Erscheinung bei den Moostierchen (Bryozoa: Ascopodiaria — Ehlers 1890, Urnatella — Leidy 1883, Potts 1891, Aetea, Fanella — Smitt 1865, 1866, Pedicellina — Seeliger 1889), bei denen periodisch oder unter ungünstigen Bedingungen die alten Kelche absterben und durch neue Polypide ersetzt werden. Bei den Strudelwürmern (Planarien) tritt während des Hungers eine weitgehende Reduktion der Körpermasse ein, die mit einer proportionalen Verkleinerung der äußeren Form verbunden ist (Morgan 1900 *Planarians*, Lillie 1900). Bei Cestoplana werden zunächst die seitlichen Äste des Darmtraktes reduziert (Child 1907 *Cestoplana*). Schultz (1904 *Reduktionen I*) schildert die Reihenfolge der Degenerationen bei Planaria lactea: Die Kopulationsorgane und Augen reduzieren sich als die verhältnismäßig entbehrlichsten Organe, die eventuell aus dem Parenchym immer neu gebildet werden können, zuerst. Darmkanal, Muskeln, Parenchym und Ektoderm bleiben länger, am längsten das Nervensystem, welches zur Restitution notwendig wäre, und die Genitalzellen erhalten.

c) „Die Fortpflanzung durch Teilung beruht auf dem Regenerationsvermögen“ (Hatschek 1888). Es kommt bei den Würmern sowohl Teilung mit nachfolgender Regeneration als physiologischer Akt vor (Lumbriculus — Abel 1902, Bonnet 1779, Bülow 1883 *Bipalium*; Bergendal 1892, Lehnert 1891, Richters 1887, Trimen 1887, Planaria alpina — Borelli 1893, Planaria maculata — Curtis 1901, Randolph 1897, Planaria torva u. a. — Johnson 1822, Planaria albissima — Keller 1894, Sekera 1888, Ctenodrilus pardalis — Kennel 1882, monostomus — Zeppelin 1883, Typosyllis — Langerhans 1881, Polycelis cornuta — Voigt 1894, Potamilla und Spirographis — Watson 1906), als auch vorzeitige Anlage der Kopfteile der sich abgliedernden neuen „Zoïde“, wobei wieder eine verschiedenartige Reihenfolge der Abschnürung statthaben kann (Chaetogaster — Bock 1898, Semper 1877, Planaria subtentaculata —

Zacharias 1886, subtentaculata, fissipara — Curtis 1901, Keller 1894, fissipara — Kennel 1888, Microstomum lineare — Graff 1882, Keller 1894, Rywosch 1887, Semper 1877, Dero vaga — Galloway 1899, Stenostoma, Catenula — Keller 1894, Sekera 1888, Autolytus varians — Mensch 1900, Macrostoma histrix — Pereyaslawzewa 1892, Naïs proboscidea — Schultze 1849).

Endlich finden sich noch bei einzelnen Familien Knospungserscheinungen, die zu verzweigten Formen führen (unter den Bandwürmern: Cysticercus — Ahlborn u. Bott 1898, bei naïdiformen Oligochaeten: Bourne 1891, Vaillant 1865, Trypanosyllis — Johnson 1901, Syllis — Oka 1895, Exogone — Pagenstecher 1863).

Kolonien entstehen durch Knospungsprozesse allgemein bei den Moostierchen (Bryozoa: Paludicella — Davenport 1891, Flustra, Bugula, Eucratea, Alcyonidium, Diachoris, Vesicularia — Haddon 1883, Crisia — Harmer 1891, Pedicellina — Hatschek 1877, Seeliger 1889, Flustra — Vigelius 1881 u. a. m.)

§ 2. Bei Regenwürmern fand Hescheler unter 1000 Exemplaren bloß eines mit natürlicher Regeneration. Namentlich die langen, dünnen Wurmformen sind jedoch beim Aufenthalte in Gewässern Verletzungen durch Feinde öfter ausgesetzt (Lumbriculus — Bonnet 1779, Naïs — O. F. Müller 1773, Hepke 1897), so zum Beispiele durch Libellenlarven und Käfer (Bülow 1883); manche Arten werden sehr häufig mit Regeneraten angetroffen (Eteone, Nephthys — Clarapède 1868), welche Verluste von Körperteilen (Macrostomum histrix — Graff 1882) räuberischen Krebsen ihre Entstehung verdanken mögen. Viele Würmer zerspringen förmlich bei geringen Eingriffen, ja selbst beim bloßen Anfassen (Carinella — Benham 1897, Criodrilus — Collin 1888, Hofmeister 1845, Chrysopetalum fragile — Ehlers 1868, Planaria lunata — Elliot 1849, Rhynchodemidae — Fletcher und Hamilton 1888, Graff 1882, Euaxes filirostris — Grube 1844, Dolichoplana — Graff 1882, Cerebratulus — Hubrecht 1887, Enchytraeus — Lemoine 1885, Borlasia octoculata — Mac Intosh 1870, Polynoë pellucida, Eunice Harrasii, Potamilla — Watson 1906 u. a. m.). Bei diesen sowie auch bei jenen Arten, die erst durch allmähliche Abschnürung in Stücke zerfallen, scheint eine starke Muskelkontraktion die

Hauptrolle zu spielen (Lumbricidae — Hescheler 1896, Perrier 1874). Criodrilus besitzt eine besondere Sprödigkeit des Schwanzes, die auf der unregelmäßigen Anordnung der Muskelbündel beruhen soll (Örley 1887).

In einzelnen Fällen fallen die Trennungszonen der Fragmentierung mit äußerlich sichtbaren, also präformierten Autotomiestellen zusammen (Lineus gesserensis — Brown 1897). Chaetopterus variopedatus besitzt bloß eine solche zwischen erstem und zweitem Segmente der durch blattförmige Anhänge ausgezeichneten mittleren Körperregion. Sie ist als eine weißliche Linie sichtbar und tritt bloß bei Anfassen der vorderen Wurmhälfte in Tätigkeit, während bei Anfassen der hinteren Körperpartie meist kurz vor der Angriffstelle Durchreißung erfolgt (Joyeux-Laffuie 1890). Apomatus ampullifera [IV, 16 *a*] wirft an bestimmter Stelle den Kiemenkranz in zwei Halbkränzen ab (Zeleny 1905 *Compensatory*). Solche Formen können jedoch auch von anderen als den Autotomiestellen aus regenieren; es autotomieren die Serpuliden ihre Opercula meist an bestimmten Stellen, aber Zeleny (1905 *Compensatory*) sah bei Pomatocerus triquetroïdes auch ohne solchen Abwurf Regeneration.

Die biologische Bedeutung der Autotomie ist nicht immer in der folgenden Regeneration zu suchen. Bei Eintritt von Wundinfektion findet manchmal wiederholte Selbstamputation statt (Lumbricidae — Hescheler 1896, Lee 1820), die nicht immer die Erhaltung des Tieres zu erreichen imstande ist (Tubifex — Haase 1899). Auch sonst folgt der Autotomie nicht stets Regeneration (Rynchodemus terrestris — Noll 1862, Lumbricus nach Abwurf eines Gabelschwanzes — Bell 1885). Die Abschnürung von Regenwurmschwänzen kann auch an Stücken, denen Ober- und Unterschlund gänzlich fehlen, erfolgen (Hescheler 1896). Nicht der Erhaltung der abgetrennten Teilstücke, wohl aber der Arterhaltung dient die oft vorkommende Fragmentierung zum Zwecke der Ausstreuung von Geschlechtsprodukten; das bekannteste Beispiel ist der sogenannte „Palolo“wurm, eigentlich die Geschlechtssegmente einer Eunice (Friedländer 1898), die vielleicht alljährlich als dünnere Regenerate neu sprossen.

Nach Malaquin (1896) kann bei Syllideen und Notomastus das Geschlechtsstück zwar Augen und Anhänge, aber nicht Mund und neue Geschlechtsorgane bilden und geht nach Ausstreuung der Geschlechtsprodukte zugrunde. Langerhans (1881) züchtete

mehrere Typosillis- und Ehlersia-Arten und beobachtete die wiederholte Abschnürung von mit Geschlechtsprodukten erfüllten Sprossen, die durch vorzeitige oder nachträgliche Regeneration einen neuen Kopf auszubilden imstande waren.

§ 3. Der Kreis der Würmer vereinigt Tierformen von sehr verschiedener Entwicklungshöhe. Die niedrigsten stellen die Plattwürmer (Platoden) dar: hier treffen wir die Strudelwürmer (Turbellarien) mit fast unbegrenztem Regenerationsvermögen. Quer- und längsgeteilt regenerieren sie noch fast alle Körperabschnitte [IV, 1—6]. Keine Versuche liegen für die Bandwürmer, Cestodariae, vor, doch ist bei diesen Tieren die ungeschlechtliche Fortpflanzung Bürge des hohen Regenerationsvermögens. Barbagello (1896) beobachtete den Abgang einer mumifizierten Taenia solium ohne Skolex und nach vier Wochen Abgang eines jungen Exemplares. Da er Neuinfektion in dem gegebenen Falle für ausgeschlossen hält, nimmt er die Regeneration des Skolex zu ganzem Wurme für erwiesen an (vgl. auch § 10 über Mißbildungen).

Die Nemertinen regenerieren aus Querschnitten [IV. 7], auch seitlich Carlgren 1907). Die Rundwürmer (Nematoden) sind mehrfach als Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit angeführt worden; in der Tat kommt es hier selten zu Regenerationsprozessen, weil die Tiere eine sehr starre Körperwand besitzen und regelmäßig nach dem Entzweischneiden mangels eines Wundverschlusses eingehen. Daß sie nicht des Reparationsvermögens bar sind, dafür sprechen einige von E. Bresslau (in Przibram 1906 *Stuttgart*) mitgeteilte Fälle von aufgefundenen Regenerationsanfängen am Hinterende, z. B. bei Enoplus communis [IV, 8].

Die Ringelwürmer (Anneliden) pflegen zwar noch aus Querschnitten zu regenerieren, jedoch ist die Lage des Schnittes, wie wir später sehen werden, von großer Wichtigkeit. Daß Regenwürmer nicht nur einen neuen Schwanz nach rückwärts, sondern auch Segmente nach vorn zu regenerieren vermögen, ist von vielen älteren Autoren (Dugès 1828, Morren 1829, Müller 1773, Vandelli 1758, Vogt 1864, Williams 1852) entschieden bestritten, aber durch oft wiederholte Versuche außer Zweifel gestellt worden (Friedländer 1895, Spallanzani 1768 u. v. a.: vgl. ferner: Sabella — Dalyell 1853, Diopatra und Lycaretus — Ehlers 1870, Syllidae — Mesnil 1901, Maldanidae — Orlandi 1903 usf.). Valmont de Bomare (1775) hatte die Regenera-

tionsfähigkeit der Regenwürmer überhaupt bestritten. Manche Anneliden konnten bisher aus dem einfachen Grunde nicht zur Regeneration gebracht werden, weil sie stets abstarben (Saenuris variegata — Grube 1844, wahrscheinlich identisch mit dem von Bonnet erwähnten „weißlichen" Wurme); dasselbe gilt für längsgeteilte Regenwürmer. Daß denselben, entgegen Weismanns (1899) Argumenten, doch seitliche Regenerationsfähigkeit zukommt, beweisen die durch Spaltung erzielten, später (§ 10) zu besprechenden Doppelbildungen.

Einigen stark differenzierten Ringelwürmern bietet die Regeneration des Kopfes jedoch tatsächlich Schwierigkeiten, so regeneriert denselben Scoloplos armiger nach Mau (1881) nicht, ebensowenig Capitella capitata (Czerski und Nusbaum 1905). Ophryotrocha puerilis geht zwar das Regenerationsvermögen nach vorn nicht ganz ab (Czwiklitzer 1905 [IV, 9]), allein es bestätigte sich, daß der ganze Kopf und der Pharynx nicht wieder erzeugt wurden, wie schon frühere Versuche ergeben hatten (Braem 1894, Rievel 1897).

Der Pharynx birgt bei dieser Art einen starren komplizierten Kieferapparat, der bei Durchschneidung ausgestoßen und nicht wieder gebildet wird. Das Pharynxstück selbst ist ebenfalls nicht regenerationsfähig, was ein Analogon im Pharynx der Planaria (Morgan 1898 *maculata*, Randolph 1897) findet, wofür hier ebenfalls die zu hohe Differenzierung dieses Teiles verantwortlich gemacht werden kann.

Innerhalb der Gattung Lumbricus (Allolobophora) fand Hescheler (1896), ältere Angaben Ginannis (1747) bestätigend, eine verschiedene Regenerationsgüte bei verschiedenen Arten. Es regenerierte All. foetida rascher als All. terrestris und caliginosa, während Lumbricus rubellus eine Mittelstellung einnahm. Es konnte jedoch bloß bei All. foetida durch künstliche Temperaturerhöhung (30° C) das Optimum erreicht werden, wahrscheinlich, weil er im warmen Miste zu leben pflegt, während die erdlebenden Arten sich bei warmer Witterung in die gleichmäßige Temperatur tieferer Erde zurückzuziehen pflegen. Im Winter regenerierten alle fast gleich rasch; es scheint also das Verhältnis der äußeren Faktoren zu den verschiedenen Arten, nicht die Spezifität dieser die verschiedene Regenerationsgeschwindigkeit zu bestimmen. Die Anneliden umfassen außer den bisher behandelten Chaetopoden [IV, 9—17] noch die Sternwürmer oder Gephyreen,

welche der Quere nach halbiert zu regenerieren vermögen (Phascolosoma, Aspidosipho — Bülow 1884 [IV, 18], Phoronis — Schultz 1903 [IV, 19—20]) und die Egel oder Hirudineen.

Neben den Nematoden haben die Egel als Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit der Würmer lange gegolten, da eine ganze Reihe vergeblicher Versuche vorlagen (Carena 1820, Johnson 1816, Leuckart 1869, Loeb 1906, M. Meyer 1904, Mocquin in Dugès 1828, Nusbaum 1905 *Polychaeten*, Rossi 1822). Hier war mangelnde Lebensfähigkeit an den Mißerfolgen nicht schuld, da die Tiere dekapitiert monatelang lebten. Neue, meist an jüngeren Tieren derselben Egelarten angestellte Versuche haben sowohl Regeneration des Schwanzendes mit After (Clepsine — Gluschkiewitsch 1907, Hirudo, Clepsine, Nephelis — Hirschler 1907, Aulastomum — Sukatschoff in Schultz 1902, Nephelis — Sußloff in Schultz 1903) als auch des Kopfendes (Clepsine — Gluschkiewitsch 1907 [IV, 21]) ergeben. Damit scheiden die Egel aus ihrer Ausnahmsstellung, wenngleich sie die übrigen Anneliden nicht an Regenerationsfähigkeit erreichen, was aber nur zu ihrer bedeutenderen Entwicklungshöhe und Spezialisierung (z. B. der Auflösung ihres Mesodermblattes) paßt.

Über die Regeneration der Rädertiere (Rotatorien) ist nichts bekannt, man wollte denn die Wiedererweckung nach Enzystierung hierher rechnen. Die Moostiere (Bryozoen) sind imstande, verlorene Kelche zu erneuern, z. B. Crisia geniculata (Smitt 1865) oder Zirrhen zu regenerieren, z. B. Ascopodiaria (Ehlers 1890).

§ 4. Gluschkiewitsch verdankte seinen Erfolg der Verwendung von Embryonen der Clepsine tessulata, die bekanntlich an der Bauchseite des Muttertieres angesaugt sitzen. Sukatschoff hatte dem Eikokon von Aulostomum entnommene Egel verwendet. Die bessere Regeneration junger Tiere bei den Regenwürmern erwähnt Hescheler (1896), bei Nemertinen Carlgren (1907). Es handelt sich hier überall um Stadien ohne durchgreifende Metamorphose. Ganz anders verhält sich nach Schultz (1903 *branchiata*) die unter dem Namen Actinotrocha branchiata bekannt gewordene Larve der Phoronis Mülleri. Sie braucht fünfmal solange zur Regeneration als das entwickelte Tier; doch regenerieren selbst provisorische Larvenorgane, wie der anale Wimperring, bis kurz vor der Metamorphose und können dann noch weiter persistieren. Fehlt das Zölom dem Larvenbruchstücke, so geht es ohne Regeneration zugrunde. Die Re-

generation an der Larve erfolgt durch allmähliches Auswachsen der angeschnittenen Teile, während bei dem entwickelten Tiere umgekehrt die distalen Teile zuerst angelegt werden.

Eine scheinbar geringere Regenerationsmöglichkeit finden wir auch bei den Embryonen der Planarien, zur Zeit der sogenannten „Cephalisation“ des Nervensystems. Sie sind auf diesem Stadium nicht imstande, von einem hinter dieser Stelle der konzentrierten Nervenanlage gelegenen Distrikte nach vorn zu regenerieren, wohl aber nach rückwärts oder sonst (Planaria maculata — Bardeen 1902). Dieses Verhalten erklärt sich jedoch aus der Notwendigkeit eines Teiles des Nervensystems zur Regeneration (wovon später), eine Potenz, die in älteren Stadien durch das Auswachsen der Nervenstränge nach hinten den hinteren Körperteilen der Planaria übertragen wird.

§ 5. Der erste Wundverschluß erfolgt, wenigstens bei den der Autotomie fähigen Würmern, durch die Kontraktion der Leibeswände, deren Lumen durch einen rasch gerinnenden Blutpfropf vollständig verschlossen wird (Tubifex — Haase 1899, Naïs — Hepke 1897, Rievel 1897, Lumbricidae — Hescheler 1896, Borlasia — M[c] Intosch 1870, Enchytraeidae — Nusbaum 1902 *Enchytraeiden*).

Bei Naïs findet sich ein Granulationsgewebe mit großen rundlichen, sonst auch im Mesoderm vorhandenen Zellen (Rievel 1897). Unter dem Wundverschlusse findet alsbald eine Epithelwanderung statt, die zur Bildung einer neuen Epithelkappe führt; zunächst treten jedoch bloß spindelförmige Zellen ein, später erfolgen mitotische Teilungen (Lumbricidae — Hescheler 1896, Rand 1905, Planariae — Stevens 1907).

Die neu auftretenden Zellen weisen großen Kern und deutliches Kernkörperchen auf (Hescheler 1898). Nach Winkler (1903) entbehren diese Epidermiszellen bei Rhynchelmis der scharfen Begrenzung, erscheinen platt, mit den Kernen tangential anstatt senkrecht gestellt, während Stevens und Boring (1905) bei der Planaria Polychoerus die äußeren Parenchymzellen mit der Längsachse der Kerne gegen die Schnittwunde gerichtet fanden, ohne daß epitheliale Schichten vorhanden waren. Die mitotische Teilung erfolgt beim regenerierenden Regenwurme parallel der Cuticula (Rand 1905).

Schultz (1900 *Planarien*, 1902) sah bei Planarien (Dendrocoelum lacteum, Planaria torva) nie Mitosen. Die zunächst

solide Ektodermkappe der Anneliden (Lumbricidae — Friedländer 1895, Tubifex — Haase 1899, Enchytraeiden — Nusbaum 1901 *Enchytraeiden*, 1902) weist, wenigstens wenn es sich um Regeneration des Hinterendes handelt, eine vorübergehende Flimmerung auf (Lumbriculus — Bülow 1883). Eine provisorische Bedeutung besitzt auch nur die am regenerierenden Vorderende an der Berührungsstelle von Ekto- und Entoderm durchbrechende Öffnung, da diese nach Annahme der Kegelform durch das Regenerat wieder verlötet und erst später die richtige Mundöffnung gebildet wird (Lumbriculus — Wagner 1897).

Bei Anschnitten, wie sie namentlich an Planarien in weiter Ausdehnung vorgenommen werden können, ohne daß ihre Verheilung auf die Dauer gehindert würde, sind die Regenerationsprozesse mit der Verlötung der Wundränder beendet (Wyman 1865). Nicht immer ist die Verwachsung genau in der richtigen Lage erfolgt (z. B. Prostheceraeus — Lang 1884). Durch vorzeitige völlige Verwachsung der Wundränder kann die Regeneration (eines Kopfes) nach vorn sogar aufgehalten werden (Polychoerus — Stevens und Boring 1905) und bei Verwachsung der Muskelschicht sogar ganz unterbleiben (Planaria — Morgan 1898 *maculata*, Dendrocoelum — Schultz 1902), was bei Leptoplana atomata die Regel ist, Regenerationsunfähigkeit vortäuschend (Schultz 1902). Dieselbe Verhinderung läßt sich durch Aufeinanderpfropfen von zwei vorwärts gerichteten Schnittflächen erreichen (Morgan 1900 *Bipalium*), beim Regenwurme jedoch bloß vorübergehend (Joest 1897).

§ 6. In der Regenerationsfähigkeit aus Querstücken sind auch bei jenen Arten, die sowohl Schwanz als auch Kopf zu regenerieren imstande sind, dennoch verschiedene Einschränkungen zu bemerken, die sich auf die Regionen beziehen, von welchen aus Regeneration eintreten kann. Bei Planarien fehlt das Regenerationsvermögen dem vor dem Kopfganglion abgeschnittenen Stückchen (Pl. maculata — Bardeen 1901, Morgan 1898, Leptoplana — Child 1904 *Leptoplana*) und ist gefördert in Stückchen, die das Kopfganglion enthalten (Monti 1900, Child 1904 *Leptoplana*, Lillie 1900). Bei Entfernung des Vorderendes hinter dem Ganglion vermag das rückwärtige Stück von Leptoplana littoralis (L. Morgan 1905) nicht nach vorn zu regenerieren; hingegen trat Regeneration ein, wenn bloß die Ganglien mittels eines Strohhalmes ausgeschnitten wurden und dabei vordere

oder seitliche Stücke des Vorderteiles erhalten geblieben waren. Nach T. H. Morgan (1898 *maculata*) regeneriert die sonst unverletzte Planaria maculata die zur Hälfte entfernte Partie vor den Augen nicht. Dendrocoelum lacteum scheint auch das Gehirn zur Regeneration zu benötigen (Lillie 1900) und ähnlich verhalten sich nicht fragmentierende Nemertinen (Prostoma = Tetrastemma — Carlgren 1907).

Unter den Anneliden regenerieren jene Formen, die sich in der freien Natur durch Querteilung vermehren, wie Naïs und Lumbriculus, von fast allen Querschnitten, mit Ausnahme des hintersten Körperendes, während solche, die normalerweise keine Fortpflanzung durch Teilung vornehmen, hierin bedeutende Unterschiede erkennen lassen (Abel 1902). Kopfregeneration tritt bei Tubifex in der Regel nur nach Verlust von weniger als 10—12 Segmenten ein (Abel 1902), beim Regenwurme von 15 (Morgan 1902 *Earthworm*), bei Enchytraeiden von 10—12 (Nusbaum 1904, *II*). Schwanzregeneration weisen Vorderteile von Tubifex und Naïs bloß auf, wenn sie 10—12 der vordersten Segmente umfassen (Abel 1902); Stücke vom Vorderende des Regenwurmes regenerieren selten, wenn sie weniger als 13 Segmente enthalten, nach rückwärts (Morgan 1897 *Allolobophora*). Enchytraeiden regenerierten noch nach Abschnitt von 12—15 Schwanzsegmenten (Nusbaum 1902 *Enchytraeiden*), Capitella capitata von 13—15 (Czerski und Nusbaum 1905). Hydroïdes uncinata regeneriert (Zeleny 1905 *Compensatory*) nach vorn bloß, wenn das letzte, siebente Thorakalsegment noch stehen geblieben. Auch die in der Abdominalregion durchschnittenen H. dianthus regenerierten nicht nach vorn; hingegen war dasselbe Tier der Länge nach, dorsoventral halbiert, zu regenerieren imstande.

Iwanow (1906) macht darauf aufmerksam, daß die allervordersten Körpersegmente bei vielen Annelliden in einer je nach der Art von 3—8 schwankenden Zahl zwar ihrem Äußeren nach den übrigen Segmenten ähnlich sehen, ihrer inneren Organisation nach jedoch wesentlich von denselben unterschieden sind; so besitzen sie z. B. keine chloragogene Auskleidung der Gefäße, keine Nephridien und „Neoblasten“, und die Blutgefäße zeigen eine andere Anordnung als in den gewöhnlichen Segmenten, wobei ihre hauptsächlichste Eigentümlichkeit darin besteht, daß alle Hauptstämme von dem Darm entfernt liegen und kein perigastrales Kapillarnetz zur Ausbildung gelangt [VII, 17]. Auf diese Ver-

schiedenheit der Regionen bezieht sich Bülows (1883) Angabe, daß Kopfsegmente allein bei Lumbriculus nicht lebensfähig bleiben, sondern 1½ bis 2 weitere Körpersegmente benötigen. Ähnlich verhält sich der Regenwurm (Hazen 1899). Auch sonst sind eben die Körperregionen nicht gleichwertig. Im allgemeinen nimmt die Regenerationsfähigkeit von vorderen Mittelstücken zu weiter rückwärts gelegenen ab (Tubifex, Naïs — Abel 1902, Amphiglena — Driesch 1905 [IV, 10], Lumbricidae — Morgan 1902 *Earthworm*). Dieses verschiedene Verhalten gleich großer Mittelstücke sowie Morgans (1897 *Allolobophora*) gelungener Versuch, das aus weniger als 13 Segmenten bestehende, also nach rückwärts zur Schwanzregeneration unbefähigte vordere Ende des Regenwurmes durch Abschnitt der vordersten Spitze zur Regeneration nach vorn zu veranlassen, beweisen, daß nicht die zu geringe Größe des Stückes, sondern tatsächlich die Region, der es entnommen war, für den Ausfall der Regeneration maßgebend ist. Auch bei den Annelliden zeigen die Regenerate eine Beziehung zum Nervensystem. Wird beim Regenwurme nach Abtragung einiger vorderer Segmente ein Ausschnitt eines Stückes mit dem Nervenstrange durchgeführt, so bildet sich der neue Kopf nicht mehr an dem vorderen Schnittende, sondern am unteren, wo der Nervenstrang aufhört und sich in das Regenerat fortsetzen kann. Ein Darm kann vorhanden sein, die Dissepimente sind jedoch durch unregelmäßige Stränge ersetzt, Borsten an Zahl reduziert, Nephridien fehlen (Morgan 1902 *Earthworm*) [IV, 17*g*]. Unter Erhaltung eines vorderen Stückes des Nervenstranges können zwei Köpfe auftreten, jeder an einer Endigungsstelle des Nervenstückes gelegen. Bei schiefem Schnitt erhebt sich das Regenerat an der Durchschnittstelle des Bauchstranges, infolgedessen kann die dorsale Leibeswand fehlen und der Anus auf den Rücken zu liegen kommen.

§ 6*a*. Die Notwendigkeit von Entoderm zur Regeneration bei Planarien betont Child (1902 *Stenostoma*). Eine andere, einschlägige Frage hat viel Aufsehen gemacht: ob nämlich bei der Regeneration in Wiederholung der Ontogenese jedes Keimblatt bloß das ihm zukommende liefere, oder ob eine Vertretung eines Keimblattes durch ein anderes möglich und verwirklicht sei.

Es handelt sich hier um die Entstehung des Vorder- und Enddarmes bei den quergeteilten Anneliden. Da beim unverletzten Tiere Mund und After eine ektodermale Auskleidung besitzen,

nach der Durchschneidung jedoch das Entoderm bis an das Ende reicht, so wäre die Möglichkeit zur Bildung dieser Öffnungen unter Beteiligung des Entodermes nicht ausgeschlossen. Ein solcher Vorgang wurde tatsächlich von Michel (1899) beim Enddarme von Oligo- und Polychaeten, von Rievel (1897) bei Vorder- und Enddarm von Lumbriciden und Naïs sowie beim Enddarm von Ophryotrocha, von Schultz (1899) beim Enddarm einiger Polychaeten gesehen, und war von Wagner (1893) bereits früher am Vorderdarme von Lumbriculus beobachtet worden. Allein der letztgenannte Autor modifizierte seine Angabe später (1897) selbst dahin, daß es sich nur um die provisorische Öffnung gehandelt hatte, der definitive Mund jedoch erst viel später durch ektodermale Einstülpung entstehe. Damit stimmen die Versuche von Emery (1886) über den Enddarm bei Nephthys, von Hepke (1897) über den Vorderdarm von Naïs-Arten, von Haase (1899) über Mund und Enddarm bei Tubifex, von Jourdan (1887) an beiden Enden bei Eunice-Arten, von Hescheler (1896) bei Lumbriciden, von Nusbaum (1905) bei Amphiglena und Nerine, von Winkler (1903) bei Rhynchelmis überein. Nach Abel (1902) gibt es drei Modi der Afterbildung [IV, 17 *α—γ*]: *α*) Verschluß des Darmes und nachfolgender Durchbruch, *β*) Verschluß des Darmes und ektodermales Proctodaeum, *γ*) Bildung ohne Verschluß; jedoch ist es in späteren Stadien stets ektodermal.

Im Gegensatze zur ektodermalen Einstülpung des Mundtrichters geht die Bildung des Pharynx aus dem Entoderm vor sich (Tubifex — Haase 1899, auch Naïs — Abel 1902), wie namentlich die Doppeloperation Kröbers (1901) [IV, 17 *a—c*] sichergestellt hat. Diese Forscherin entfernte die ersten sieben Segmente von Allolobophora, ließ dann 12—18 Tage der Regeneration freie Hand und sengte oder schnitt dann die äußerste Spitze des Regenerates ab. Zu dieser Zeit ist der Pharynx im Regenerate noch nicht ausgebildet; da nun durch den zweiten Eingriff die Ektodermeinstülpung beseitigt war, ließ sich dann später leicht nachweisen, daß der Pharynx aus dem Entoderm, ehe es sich nach vorne mit dem Ektoderm wieder verband, hervorging. Nach weiteren 15 Tagen erfolgte eine neuerliche ektodermale Mundbildung, die zum Pharynx durchbrach.

Winkler (1903) bestätigt die entodermale Entstehung des Pharynx wie die ektodermale des Mundes für Rhynchelmis limosella, weist aber darauf hin, daß wenigstens bei dieser Art nach

Vejdovsky auch in der Embryogenese der Pharynx entodermal und nicht wie der Mund ektodermal sei. Die embryologische Nachprüfung würde wohl auch für die übrigen Würmer ein analoges Verhalten und damit die völlige Übereinstimmung der Keimblätter bei erster und sekundärer Entwicklung ergeben.

Die Aufrechterhaltung der Keimblätterhomologie haben auch schon für die natürliche Teilung der Naïden C. Mayer (1859), der Syllideen Pruvot (1890) angegeben. Bei Chaetogaster nahm Bock (1898) die ektodermale Mund- oder entodermale Pharynxbildung an den Knospen wahr, konnte aber nur ein direktes Auswachsen des Enddarmes zum After, keine Beteiligung des Ektoderms verfolgen. Ähnlich spricht sich Galloway (1899) für Dero vaga aus.

Für die Planarien, welche auch in der Embryogenese das Parenchym als solides Syncitium anlegen, gilt das gleiche bei der Regeneration (Dendrocoelium, Planaria torva — Schultz 1902), bei der Entstehung der Pharynxe von Phagocata ist ektodermale Invagination im Spiele (Lillie 1902). Der axiale Darmteil wird aus neuerdings differenzierten Entodermzellen entwickelt (Planaria drei Arten — Stevens 1907). Ektoderm entsteht aus Ektoderm, Muskel-, Drüsen-, Nerven- und Augenzellen aus dem embryonalen Parenchym (Pl. lugubris — Stevens 1901). Der Schlund von Bipalium entsteht embryonal wie regenerativ aus Mesoderm (Kennel 1888).

Für die regenerative Entstehung der übrigen Organe bei den Anneliden (Muskeln, Bindegewebe, Borstenfollikel) ist das übereinstimmende Verhalten mit der Embryogenese (Naïs — Abel 1902, Tubifex — Abel 1902, Makarow 1895, Oligo- und Polychaeten — Michel 1899, Amphiglena, Nerine — Nusbaum 1905 u. a.) nicht bestritten. Die Nerven entstehen ebenfalls aus ihrem Stammgewebe, dem Ektoderm, jedoch die Ganglien weniger durch Auswachsen der zerrissenen Nervenstränge, als durch Neuanlage im kompakten Ektoderm (Lumbriciden — Friedländer 1895, Rievel 1897, Naïden — Hepke 1897, Rievel 1897, Tubifex — Haase 1899, Makarow 1895, Eunice — Jourdan 1887, Enchytraeïden — Nusbaum 1904 *Enchytraeiden*), das Unterschlundganglion z. B. durch eine ventrale, paarige Wucherung.

§ 6 *b*. Die noch regenerationsfähige Minimalgröße hat Bonnet (1779) für Lumbriculus mit $1\frac{1}{2}$ Linien = 3·4 *mm* angegeben; solche Stücke waren noch zu Schwanz- und Kopfrege-

neration befähigt. Bei der amerikanischen Lumbriculus-Art Thinodrilus limosus konnte Morgulis (1907 *Lumbriculus*) sowohl vordere als hintere Regeneration an Stücken von nur einem Segmente beobachten. Beim Regenwurm erhielt Korschelt (1898) aus zwei bis drei Segmenten noch beiderseitige Regenerate. Caullery (1897) beobachtete vordere und hintere Regeneration an sechs Stammsegmenten von Heterocerus, an vieren von Dodecaceria. Planarien vermögen noch aus sehr kleinen Stückchen zu regenerieren. Morgan (1898 *maculata*) schnitt die unter gleicher Vergrößerung aufgetragene Zeichnung des kleinsten noch regenerierenden Stückchens von Planaria maculata und des ganzen Wurmes in Pappendeckel aus, wog diese Pappendeckelschemen und kam auf diese Art zur Zahl $\frac{1}{279}$ für den Teil, welche das noch regenerationsfähige Stück dem ganzen Wurme gegenüber darstellt.

Sehr kleine Stücke aus der Seite der Planaria maculata regenerieren höchstens einen Pigmentfleck oder beide Augen, aber keinen Pharynx. Stücke derselben Größe vor den Augen abgeschnitten regenerieren nichts, daher ist die Minimalgröße von der Differenzierung abhängig (Morgan 1898 *maculata*).

§ 7. Die Vollendung der normalen Form und Größe wird mit Ausnahme der bereits erwähnten Einschränkungen bei den Planarien nach allen Richtungen wieder erreicht. Der Pharynx regeneriert bei Planaria simplicissima immer im neuen Teile (Stevens 1907), hingegen bei Planaria maculata im alten Gewebe (Morgan 1900 *Planarians*, Stevens 1907), und zwar, falls das Schnittniveau vor dem Pharynx liegt, es sich also um ein vorderes Teilstück handelt, am Rande des neuen, sonst um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Stücklänge vom Vorderende entfernt. Gehirn und Augen regenerieren in annähernd gleichem Betrage bei vor oder hinter dem Pharynx gelegenen Stücken (Stevens 1907). Die „aurikulären" Sinnesorgane entstehen bei Pl. lugubris erheblich später als die ventralwärts, dann dorsalwärts erscheinenden Augen; ganz zuletzt die Geschlechtsorgane (Stevens 1901 *lugubris*). Die Hoden regenerieren sich aus Zellen im Parenchym, die allmählich zu Streifen auswachsen, worin einzelne Zellen zu Hoden werden. Nirgends stehen die Geschlechtszellen mit dem Ektoderm in Verbindung. Die Kopulationsorgane legen sich als getrennte Mesenchymhöhlen: Antrum genitale, Penishöhle, Uterus an. Ihr Epithel entsteht aus dem Mesenchym, erst nach ihrer Verbindung bricht

das Antrum nach außen durch (Dendrocoelium lacteum, Planaria torva — Schultz 1900 *Planarien*). Die Regeneration von Ovarien konnte Schultz (1902) nicht beobachten. Doch gelang es Morgan nach vergeblichen Versuchen an Planaria maculata (1898 *maculata*), von einigen Stücken der Planaria lugubris (1902 *lugubris*) geschlechtsreife Würmer zu ziehen [IV, 4], obzwar die Stücke gerade hinter den Augen, also vor dem gesamten Fortpflanzungssysteme gelegen waren. Im Laufe mehrerer Monate hatten sich diese Stücke zu Würmern der geschlechtsreifen Größe entwickelt, besaßen Genitalporus und Ovarien und legten Eier ab. Anderseits ist nach Bardeen (1901) die Regeneration durch die Geschlechtsreife der Planarie nicht behindert. Bei den Anneliden ist Regeneration der gänzlich entfernten Geschlechtszone noch nicht erzielt worden (Ophryotrocha—Braem 1894, Lumbricidae—Hescheler 1896, Polychaeten — Schultz 1899). Beim Regenwurme ist schon deshalb eine entsprechende Versuchsanordnung schwer zu treffen, weil nach Entfernung einer größeren Anzahl von vorderen Segmenten, und nun gar auch noch der die Geschlechtsorgane mitführenden, nicht mehr die abgeschnittene Segmentzahl neugebildet wird. An Stelle von vier bis fünf produziert das Hinterstück bloß drei bis vier Ringe, und bei größerem Verluste eher noch weniger.

Überhaupt regenerieren bei den Anneliden stets weniger Kopfsegmente, wenn eine größere Anzahl entfernt worden waren; so bei Tubifex bloß drei (Abel 1902, Hepke 1897). Verhältnismäßig mehr Kopfsegmente vermögen Naïs (sechs bis acht — Abel (1902), Lumbriculus — Bülow 1883, Morgulis 1907 *Lumbriculus*), Spirographis (Vaney und Conte 1899) und Lycaretus (Kinberg 1867) zu bilden, letzterer neun an Stelle von zweiunddreißig entfernten. Schwanzregenerate vermag das Vorderstück bei allen Arten mit größerer Segmentzahl zu bilden.

§ 7*a*. In zahlreichen Fällen erfolgt die Wiederannäherung an die normale Form nicht nur durch Sprossen neuen Gewebes an der Wundfläche, sondern durch weitgehende Beteiligung der übriggebliebenen Körperstrecken.

Die Sabellide Potamilla besteht aus dem die Tentakelkrone tragenden Kopfsegmente, dann acht bis neun vorderen Segmenten, bei welchen Borsten dorsal-, Haken ventralwärts stehen, ferner einer größeren Anzahl hinterer Segmente mit gerade umgekehrter Anordnung der Borsten und Haken, und einem borsten- und hakenlosen Analsegmente. Wird ein des Kopfes mit den vorderen

Segmenten beraubter Wurm in drei Teile geschnitten, so bilden sich nach Watson (1906) alle drei Teile zu ganzen Würmern in der Weise aus, daß bloß ein neues vorderes Segment samt Tentakelsegment gebildet wird, aber dahinter sich die Anordnung der Haken und Borsten an fünf bis neun Segmenten umkehrt. Nach rückwärts werden mehrere neue Segmente samt dem Analsegmente, falls diese dem Stücke fehlten, neugebildet [IV, 11]. Ähnlich verhält sich Sabella pavonina; die Umbildung beträgt hier ebenso viele vordere Segmente, als das Exemplar vorher besaß, eine innerhalb dieser Art etwas variable Zahl. Vor Watson hatten Vaney und Conte (1899) durch Abbinden die gleichen Erfolge bei Spirographis Spallanzanii erzielt und gaben an, daß die neuen Haken aus den ventralen Ursprungswinkeln der alten Borsten hervorsprossen, bei Borsten und Haken eine Art Häutung eintritt (vgl. noch Iwanoff 1907).

Morgulis (1907 *Podarke*) sah die nach Abschnitt zunächst durchsichtig regenerierte Hinterhälfte von Podarke immer dunkler chitinisiert werden, während die vordere Hälfte fortwährend an Chitin abnahm.

Hydroïdes dianthus besitzt ein funktionierendes und ein rudimentäres „Operculum" [IV, 12]. Wird der Stiel des auf einer beliebigen Seite stehenden funktionierenden Operculums distal von seiner Basalnaht entzweigeschnitten, so wird nach Zeleny (1902) der Rest nach einiger Zeit abgeworfen, obzwar er sonst nicht leicht abbricht. Es folgt Entwicklung des rudimentären zum funktionierenden Operculum, während ein rudimentäres regeneriert wird, so daß ein Umtausch der Seiten stattfindet. Werden beide Opercula entfernt, so erfolgt beiderseitige Regeneration.

Dabei ist die Schnitthöhe am funktionierenden Operculum von Einfluß auf den Erfolg: distalster, unmittelbar unter dem Kelche geführter Abschnitt oder proximalster, ganz nahe an der Basalnaht, ergeben Umkehr, hingegen mittlerer Abschnitt Regeneration von zwei funktionierenden Operkulen, wie sie stets nach Durchschneidung des Thorax auftritt.

Bis zu einem gewissen Grade können wir uns diese Verhältnisse verständlich machen: bei der völligen Neubildung des Kopfes samt beiden Operkulen ist keine Seite im Vorsprunge; bei Abtragung des funktionierenden Operculum allein wird dem rudimentären ein Vorsprung gesichert; wurden hingegen beide in der Mitte abgetragen, so ging dieser dem rudimentären wieder

verloren: wurde das funktionierende näher der Basis entfernt, so erscheint das alte rudimentäre wieder im Vorsprunge, daher Umkehr; den letzten Fall endlich, wo nach höherem Abschnitte des funktionierenden nahe am Kelche ebenfalls Umkehr eintrat, führt Zeleny auf den zu geringen Wachstumsimpuls dieses Operkulums gegenüber der stärker verletzten Gegenseite zurück; diese Annahme stützt sich auf andere Versuche Zelenys, welche, kurz gesagt, eine größere Regenerationsgeschwindigkeit nach größerem Verluste bestätigen; so regeneriert der abgeworfene Tentakelkranz von Apomatus ampullifera [IV, 16], wenn der Thorax des Tieres zugleich durchschnitten wurde, rascher, je weniger vom Tiere noch übrig war.

Die an Hydroïdes dianthus geschilderte Umkehr der Operkulen erhielt Zeleny auch bei H. pectinata, und der Durchschnitt des Tieres hinter dem vierten Thorakalsegmente hinderte sie nicht; der im zweiten oder dritten Segmente abgeschnittene Kopf ohne Operation der Operkulen zeigte keine Veränderung derselben. Umkehr wurde auch bei Serpula vermicularis [IV, 15] konstatiert, nachdem bei einem Exemplare beide Operkulen entfernt worden waren, während Apomatus wie Hydroïdes in diesem Falle zwei funktionierende hervorbrachte. Ditrupa subulata, welche bloß ein Operculum, links, besitzt, regeneriert dasselbe nach Abschnitt unverändert links.

Eigenartige Verhältnisse bietet Ophryotrocha puerilis. Weitgehenden Degenerationen, die das Tier bis zu einem parapodien- und segmentlosen Klumpen reduzieren können, vermag nach Czwiklitzers (1905) Versuchen völlige Regeneration zu folgen. Am Vorderende kann das erste Segment zwar ebensowenig wie andere vordere Segmente neugebildet werden, allein es kann das zweite die Rolle der ersten übernehmen [IV, 9 *a*], indem es unter Zurundung neue Fühler aus sich hervorgehen läßt, die normalerweise nur dem ersten Segmente zukommen und gegebenenfalls von diesem auch regeneriert werden können [IV, 9 *b*]. Die größte Regulationsfähigkeit kommt jedoch den Planarien zu.

Vor allem hat Morgan auf die bedeutende Größenabnahme der regenerierenden Stücke (1898 *maculata*), und auf die Wahrung der Proportionalität (1900 *Bipalium*) hinweisend, die Notwendigkeit weitgehender Umbildung kleiner Teilstücke betont und für die Wiederherstellung der verkleinerten Ganzform durch Auflösung der alten Formreste den Namen: „Morphallaxis“ oder

„Morpholaxis“ geprägt (1900 *Planarians*) [IV, 3 *c*]. Bipalium trägt längs seiner Dorsalseite fünf Streifen, die zusammen mit Einstichmarken, welche ihr Pigment auf lange Zeit zerstören, eine gute Verfolgung der Formregulationen gestatten [IV, 6]. Morgan beobachtete auf diese Art, daß am hinteren Schnittrande fast jede neue Formbildung durch Redifferenzierung im alten Gewebe, am vorderen aber unter stärkerer Beteiligung von neuer Sprossung stattfand. Nach Child (1906 *Theory*) hätte man es auch am Vorderende mit reiner Umbildung zu tun. Bei dem sehr einfach gebauten Polychoerus caudatus kommen nach Quer- oder Diagonalschnitten nur Umlagerungen vor (Stevens und Boring, 1905) [IV, 2]. Nach Morgan (1901 *lugubris*) würde auch bei Planaria lugubris lediglich Sprossung, bei Planaria maculata hingegen wesentlich Morphallaxis vorkommen. Schon Draparnauld (1803) beobachtete, daß bei der natürlichen Teilung von Planaria subtentaculata der alte Pharynx verschwindet und nach sehr kurzer Zeit ein neuer gebildet wird. Dasselbe geschieht nach Abschnitt des Kopfes (Child 1905 *Cestoplana*). Lemon (1900) beobachtete tiefgreifende Veränderungen an vom Schnitte nicht direkt berührten Organen, so in abnormer Größe ausgebildete Pharynxe sowie Vergrößerung, Teilung und Vermehrung von Augen. Phagocata gracilis besitzt eine Anzahl Pharynxe, darunter einen großen medianen in einer gemeinsamen Tasche. Morgan und Schiedt (1904) prüften durch verschiedene Schnittführung, ob einer der kleineren Pharynxe die Rolle des großen übernehmen könne, fanden aber nie ein solches Verhalten, hingegen stets vollständigen Ersatz aller entfernten Pharynxe.

Stenostomum bildet normalerweise lange Ketten von Zooïden, die vorzeitig einen Kopf ausbilden [IV, 1]. Werden solche Ketten derart zerschnitten, daß an dem Kopfe eines hinteren Zooïdes noch ein kleines Stück vom Körperende des vorausgehenden anhaftet, so soll nach Ritter und Congdon (1900) eine Umlagerung des Hirnes in dieses, doch ursprünglich für einen Schwanz bestimmte Stückchen stattfinden. Laut Child (1901) ist die Formregulation nach dieser Operation etwas anders zu deuten: werden Zooïde, in denen ein Septum in Ausbildung begriffen, herausgeschnitten, so entzieht der rückwärtige Teil dem vorderen Material und bildet sich zum ganzen Wurm um. War das Septum jung, so wird es einfach resorbiert; später wird der ganze

vordere Teil resorbiert. Bei schon vorgeschrittener Septumbildung wird dem vorderen Teile nur Material entzogen und der restliche Teil bildet einen kleinen Wurm. Befreite ganze Zooïde nehmen sofort die Proportionalität der Ganzform an.

Die Erreichung der Proportionalität bei künstlichen kleinen Teilstückchen erfolgt durch Breitenabnahme (Child 1905 *Cestoplana*, Morgan 1900 *Bipalium*). Bei Stenostomum ist die Querschnittsgröße des regenerierenden Stückes von der Größe des Gehirnes abhängig. Infolge seiner geringen Plastizität behält es nämlich seine Breite und der Körper verschmälert sich erst hinter demselben. Die Proportionen der Teile bei Morphallaxis entsprechen also nicht genau denen am unverletzten Tiere.

§ 7 *b*. Wo keine weitgehende Umarbeitung alter Teile stattzufinden braucht, also namentlich, wenn noch größere Körperstrecken unverletzt blieben, tritt hauptsächlich echte Regeneration durch Sprossung neuen Gewebes von der Schnittfläche aus ein, worauf Differenzierung der neu zuwachsenden Knospen zu den fehlenden Organen folgt.

Bei den Planarien wächst der quer abgeschnittene Kopf [IV, 3 *a*] oder der quer abgeschnittene Schwanz [IV, 3 α] in Form einer zunächst weißlichen Gewebeknospe nach; auch die Längshälfte [IV, 3 *b*] erzeugt auf analoge Art das fehlende halbe Tier (Morgan u. v. a.). Zum Genitalporus hat der neugebildete Pharynx keine fixe Lage (Thacher 1902).

Bei der Nemertine Borlasia beschreibt Mac Intosh (1870) die Regeneration von Bruchstücken, welche einen Teil der Körperwand, der Nervenstränge, Blutgefäße, zentralen Ernährungskammern und der dorsalen Proboscisscheide besitzen [IV, 7]. Zunächst macht sich am Vorderende das Zellwachstum als eine blasse Narbe bemerkbar. Dann tritt der Anus als bewimperte Öffnung am Hinterende auf. Die drei Verdauungskanäle setzen sich nach vorne fort, ohne zunächst sich dort zu vereinigen, sind jedoch schon durch die gewöhnlichen Transversalgefäße verbunden. Später nimmt eine Miniaturproboscis die Scheide ein, während das Schlundganglion noch kaum sichtbar ist. Stark wimpernde Kopfspalten, ebenso Gruben und Drüsen erscheinen angedeutet. Nach viel längerer Zeit erscheinen erst die Augenflecken, Ganglien und Ösophagusabteilungen. Über die Regeneration des Kopf- und Schwanzendes bei den Chaetopoden-Anneliden wurde bereits (§ 4 u. ff.) genügend mitgeteilt [IV, 10, 11, 17].

An kleineren Körperteilen wurde die Regeneration von Fühlern bei Ophryotrocha (Czwiklitzer 1905), nicht aber von Parapodien bei derselben Form (Braem 1894) berichtet; Polydora-Arten regenerierten Tentakeln und Teile der Hinterkiemen (Jacobi 1883), Branchiomma die Kiemen (Brunotte 1888), auf denen die Augen stehen. Aciculae werden bei der Regeneration früher ausgebildet als Borsten (Eunice — Ehlers 1868). Die Gephyreen (Phascolosoma und Aspidosiphon) erzeugen nach Bülow (1884) ein vorderes Rüsselende inklusive Schlundring von hellerer Farbe [IV, 18]. Bei Aspidosiphon konnte die Anlage der Haken von vorn nach rückwärts beobachtet werden. Schultz (1903 *mülleri*) sah bei Phoronis [IV, 19] Stomodaeum und Kelch in verschiedener Reihenfolge, also wohl unabhängig voneinander regeneriert werden. Blieb ein Teil des Ösophagus zurück, so wuchs er aus, sonst bildete sich ein ganz neuer. Der Regenerationsvorgang bei der Larve der Phoronis, der sogenannten Actinotrocha [IV, 20], ist gerade umgekehrt als beim Volltier: alle Organanlagen der Larve wachsen zentrifugal aus, während sich beim Volltiere zunächst die distalen Organenden zu bilden pflegen (Schultz 1903 *branchiata*).

Bei den Hirudineen bilden sich offenbar auch die distalen Teile zuerst: bei jungen Clepsinen tritt das Vorderende mit der Mundscheibe auf, ehe alle Augen gebildet sind (Gluschkiewitsch 1907) [IV, 21 *a*] und Hirschler (1907) beobachtete beim Blutegel, Hirudo medicinalis, das Auftreten eines echten ektodermalen Proctodaeums, ohne daß es vorher zur Ergänzung der abgeschnittenen Segmente gekommen wäre.

§ 7 *c*. Der ja auch in den Querregeneraten der Anneliden ausgeprägte Entwicklungsmodus der Erstanlage von Endsegmenten (Amphiglena — Driesch 1905 *Skizzen*), denen eine Einschiebung neuer Glieder namentlich am Schwanze folgt (Ophryotrocha — Braem 1894, Lumbricus — Fielde 1885, Naïden — Hepke 1896), entspricht dem normalen Wachstumsprozesse, daher auch mehr Segmente vom hinteren Querschnitte beim Regenwurme gebildet werden (Morgan 1906 *Physiology*). Die Übereinstimmung der sonstigen Regenerations- mit den embryonalen Entwicklungsprozessen haben wir gelegentlich der Keimblätterhomologie § 6 *a* besprochen; sie wird schon von Horst (1885) für Lumbriciden und Polychaeten betont. Michel (1899) warnt jedoch davor, Stadien wie Morula und Blastula an der Knospe suchen zu wollen, und Driesch macht in einem Referate aufmerksam, daß die

Bewimperung des Afterschildes keinem embryologischen Stadium korrespondiert.

Nusbaum (1901, 1902 *Enchytraeiden*) glaubt teilweise phylogenetisch älteren Entwicklungsgang bei der Regeneration des Hinterendes von Enchytraeiden annehmen zu sollen. Schultz (1900) sieht in dem zunächst ungeteilt auswachsenden Darme dendrozöler Planarien (Dendrocoelum lacteum und Planaria torva), soferne diese Tiere zwischen Pharynx und Geschlechtsapparat durchschnitten worden waren, einen Hinweis auf die Rhabdocölen, bei denen stets der Darm ungeteilt bleibt. Mit der regenerativen Anlage des Kopulationsorganes wird der Darm der Dendrocölen von vorne nach hinten in zwei Äste geteilt.

Interessante Parallelen boten sich Zeleny (1905 *Compensatory*) bei Vergleichung der Embryonalentwicklung der von ihm ihrer kompensatorischen Regulationen halber untersuchten Serpuliden mit der Regeneration.

Hydroïdes dianthus durchläuft von der freischwimmenden Larve an folgende phylogenetische Stadien:

a) Stadium ohne Operkulen an den Branchien [IV, 12 *a*], dem Protula [IV, 13] oder Protis zeitlebens entsprechen.

b) Stadium mit auftretender Schwellung an einer Branchie [IV, 12 *b*], etwa Filograna [IV, 14] oder Apomatus gleichend.

c) Stadium des funktionierenden Operkulums ohne Pinnulen mit bloß einem Zahnkranze [IV, 12 *c*], analog Serpula [IV, 15].

d) Stadium des funktionierenden Operkulums mit zwei Zahnkränzen [IV, 12], Hydroïdesstadium.

Dieses Stadium des funktionierenden Operkulums wird jedoch zunächst nicht auf jener Seite erreicht, wo es definitiv auftritt, sondern durch Abfall und Umkehr: ein physiologischer Vorgang, der dem späteren nach künstlicher Entfernung genau entspricht, aber natürlich nach entgegengesetzter Seite verläuft.

Bei der Regeneration wird im Gegensatze zur erstmaligen Entwicklung, bei der der basale Zahnkranz vor dem distalen auftritt, zuerst der distale gebildet; auch ist keine Spur eines einfachen Branchialstadiums (*a*) vorhanden [IV, 12 α—δ].

Bei Apomatus verläuft die Regeneration des Tentakelkranzes verschieden, je nachdem bloß durch Autotomie der Tentakelkranz abgeworfen wurde oder zugleich das Hinterende vom zweiten oder vierten Thorakalsegmente an entfernt worden war. Im ersteren Falle sprossen rasch 8—9 Branchialknospen jederseits, legen die

Pinnulae an und erst dann tritt die Operkularschwellung auf [IV, 16 *a*]. Im letzteren Falle hingegen erscheint die Operkularknospe von Anfang an angeschwollen [IV, 16 *a* α beziehungsweise *a*α']. Während also nach bloßer Autotomie onto- (und phylo-)genetische Stadien auftreten, ergibt die wie erwähnt raschere Regeneration aus kleineren Teilstücken eine abgekürzte Entwicklung der Endform.

§ 8. Die Überhäutung einer quer durchschnittenen Planarie ist nach 12, die neuangeregte mitotische Zellvermehrung nach 24 Stunden beendet (Flexner 1898). Planaria kann in 7—12 Tagen (Lillie und Knowlton 1897), das größere Bipalium in 30 Tagen (Fletcher 1887) einen neuen Kopf bilden. Die querhalbierte Planaria tasmaniana wurde in 25 Tagen zu einem ganzen Wurme (Darwin 1844), Pl. torva in 14, Pl. cornuta in 17, Pl. lactea in 19 Tagen (Johnson 1822). Ein kleines, hinter den Augen ausgeschnittenes Stück der Pl. maculata brauchte 35 Tage zur Morphallaxis (Morgan 1898 *maculata*), ein noch kleineres, fast an der Grenze der Lebensfähigkeit stehendes 14 Tage (Randolph 1897); beide Angaben beziehen sich auf die warme Jahreszeit. Die große Seewasserplanarie Thysanozoon ergänzt sich längs- oder quergeteilt in zwei Monaten, aber noch ohne Tentakel neuzubilden. Ein kleines Stückchen mit einem Tentakel bildet sich rascher zu einem Ganztiere um, als ein großes Tier den ausgeschnittenen Kopf zu regenerieren vermag (Monti 1900). Der Pharynx regeneriert rascher bei Erhaltung der Pharynxtasche (Stevens 1907).

Halbangeschnittene Segmente des Regenwurmes regenerieren rascher, als neue gebildet werden (Morgan 1895 *Metamerism*). Einfache Angaben über Regenerationsgeschwindigkeit bei Nemertinen macht MacIntosh (1870): der After trat nach drei Wochen auf, nach zwei bis drei Monaten Augenflecken, Ganglion, Ösophagealabteilungen. Für Anneliden liegen einige Zeitbestimmungen vor von Baudelot (1869), Ginanni (1747), Sangiovanni (1824) u. a. m. für die Regeneration des Regenwurmkopfes (ein bis vier Monate je nach Jahreszeit) und Schwanzes; ferner von Bülow (1884) über die Neubildung des Rüsselendes bei Phascolosoma und Aspidosiphon in drei bis vier Wochen.

Hunger oder Nahrungszufuhr haben bloß auf die Masse, nicht auf die Anzahl der in gleicher Zeit gebildeten Segmente Einfluß (Lumbricus — Morgan 1906 *Physiology*, Lumbriculus — Morgulis 1907 *Lumbriculus*).

Verunreinigung spielt bei Verzögerungen der Regenerationsprozesse von Planarien eine große Rolle (Schultz 1902), und die von Nusbaum (1904 *Enchytraeiden*) für Anneliden betonten großen Individualschwankungen der Regenerationsgeschwindigkeit möchte ich auch eher so deuten.

Frazeur (in Davenport 1899) untersuchte den Einfluß der Salzkonzentration auf die Regeneration von zwölf vorderen Segmenten gleichgroßer Exemplare derselben Naïs-Spezies. Er fand die in 0·5%igem Salzwasser neugebildete Segmentzahl, welche täglich im Durchschnitt 2·13 im Süßwasser betrug, bis auf 1·14 abfallen.

Übereinstimmend geben Bonnet (1779) für Lumbriculus, Child (1904 *Leptoplana*) für Leptoplana, Driesch (1905 *Skizzen*) für Amphiglene, Hescheler (1896) und Morgan (1895 *Metamerism*), für Allolobophora, Morgulis (1907 *Lumbriculus*) für Thinodrilus an, daß mit Verlegung des operativen Querschnittes nach den hinteren Teilen des Wurmes die Regenerationsgeschwindigkeit immer mehr abnimmt. Hierbei spielt die Anzahl der belassenen Segmente eine nur untergeordnete Rolle (Morgulis 1907 *Lumbriculus*); die Geschwindigkeit ist zum Beispiele gleich groß, ob man nach Entfernung des hinteren Drittels eines Regenwurmes das vordere Zweidrittelstück unverletzt läßt oder ihm den Kopf abschneidet (Morgan 1897 *Allolobophora*). Dreimalige Regeneration beobachtete Michel (1899) an 50 Exemplare der Phyllodoce maculata.

Bei wiederholter Regeneration desselben Stückes des Regenwurmes fand Hescheler (1896) zweifache Verlangsamung, bei drittmaliger noch weitere Verzögerung, doch blieb sich die Zahl der gebildeten Kopfsegmente gleich oder konnte sogar gelegentlich bei einer späteren Regeneration gesteigert sein. Nach Morgulis (1907 *Lumbriculus*) produziert sogar regelmäßig ein mehrmal geschnittenes Stück von Thinodrilus in gleicher Zeit mehr neues Gewebe als bloß einmal geschnitten.

Regenerierte Schwänze desselben Wurmes, vom alten Teile abgetrennt, sind imstande neue Köpfe zu regenerieren, aber erzeugen keine neuen hinteren Segmente. Stücke solcher regenerierter Schwänze sind sowohl hinterer als auch vorderer Regeneration fähig. Bei Amphiglena [IV, 10] hatte Driesch (1906 *Regenerate*) schon früher analoge „regenerierende Regenerate“ erhalten.

Morgulis (1907 *Inheritance*) benutzte alle diese Verhältnisse zu einer interessanten Studie über das Beharren der einer Körperregion zukommenden Regenerationsgüte: er zerschnitt eine größere Anzahl Thinodrilus in gleichgroße mehr vorne gelegene (A) und mehr hinten gelegene (B) Stücke; erstere erzeugten durchschnittlich 4·4 neue hintere Segmente auf ein altes, wenn die letzteren bloß 2·1 gebildet hatten. Nach 14 Tagen wurden die neuen Schwänze abgeschnitten und regenerierten Köpfe (Partie a und b analog A und B bezeichnet).

Einige Zeit darauf wurde diesen Partien abermals der Schwanz amputiert und nach 14 Tagen hatten die a-Stücke 0·11, die b-Stücke 0·06 Segmente durchschnittlich neugebildet. Das heißt aber nichts anderes, als daß das neue Verhältnis der Regenerationsgeschwindigkeit von $a:b = 1{\cdot}8$ dem alten $A:B = 1{\cdot}7$ überraschend gleich geblieben war, also die neuen Würmer, welche aus regenerierten Köpfen und ebensolchen Schwänzen bestanden, den Regenerationsrhythmus der Körperregion, der sie an den ursprünglich verwendeten Würmern entstammten, beibehalten hatten.

Licht ist für die Regeneration der Würmer entbehrlich; auch die Augen werden bei Lichtabschluß wiederzeugt*). Röntgenstrahlen verhindern Regeneration bei Planarien, obzwar die bestrahlten Tiere lange lebten (Bardeen und Baetjer 1904). Durch Wärme wird die Wurmregeneration wie alle Lebensprozesse beschleunigt. Schon Bonnet (1779) erhielt im Sommer Lumbriculusköpfe in 2—3, im Winter erst in 10—12 Tagen, Haase (1899) Tubifexköpfe im Frühjahr und Herbst in 12—14, im Winter in 16—18, Schwänze in 7—9 beziehungsweise 10—12 Tagen. Örley (1887) fand im Herbste mehr regenerierte Criodrilus als im Frühjahre. Hescheler (1896) bewies durch Versuche im Thermostaten, daß die Temperatur tatsächlich der beschleunigende Faktor ist, wobei für Allolobophora foetida bei 30° C das Optimum erreicht wurde. Auch Planarien regenerieren rascher bei höherer Temperatur (Flexner 1898).

§ 9. Die Polarität, welche sich in der Ausbildung eines Kopf- und Schwanzendes bei den Würmern, in der Regel auch bei bloßen Einschnitten (Planarien — Johnson 1825, Vogt

*) R. Hesse, Das Sehen der niederen Tiere. Erweiterte Bearbeitung eines auf der 79. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte geh. Vortrages. Jena Fischer 1908.

1899 usf.) ausspricht, ist nicht unabänderlich. Sie hat nach Regenwurmversuchen von Morgan und Dimon (1904) mit elektrischen Potentialgefällen nichts zu tun. Prüft man diese mittels unpolarisierbaren Elektroden, so zeigen sich die Schnittstellen, ob vorne oder rückwärts gelegen, meist negativ; ob heteromorphe Regenerate vorliegen oder „orthomorphe", hat gar keinen Einfluß.

Polare Heteromorphosen sind zuerst von Van Duyne (1896) auf eine Anregung von Loeb hin bei Planarien gefunden worden. Er erhielt [IV, 5, 5 *g*] heteromorphe Köpfe an den Vorderwinkeln eines von hinten her bis in die Kopfregion fortgesetzten Schnittes, Schwänze nach vorne an einem in der Pharynxregion gemachten Einschnitte. Morgan (1898 *maculata*) und Bardeen (1903) fanden Kopfbildungen an der Seite langer, schmaler Streifen.

Kurze Querabschnitte ergeben ebenfalls heteromorphe Köpfe, namentlich unmittelbar hinter den Augen abgeschnitten (Morgan 1900 *Planarians*) [IV, 3 *h*], und wenn die in die Pharynxtasche führende Öffnung im Teilstücke die Bauchmitte einnimmt (Bardeen 1903). Hingegen geben kurze Querabschnitte aus der hinteren Körpergegend bikaudale Formen [IV, 3 *i*] (Morgan 1904 *simplicissima*), gelegentlich auch ein mittleres Stück (Polychoerus — Stevens und Boring 1905). Werden zwei Bipalium entzweigeschnitten und mit den vorderen Schnittflächen durch Umdecken mit Glasplatten aneinander fixiert, so kann eine Vereinigung eintreten (Morgan 1900 *Bipalium*). Wird nun durch einen schrägen Schnitt ein Teil der einen Komponente an der andern belassen, so entsteht der neue Kopf nicht bloß an der neuerdings exponierten vorderen Schnittfläche der hinteren Komponente, sondern bezieht auch das zweite Stück ein, so daß wahrscheinlich die Polarität dieses Stückchens umgekehrt erscheint.

Um auch bei Anneliden Heteromorphosen zu erhalten, verfuhr Morgan (1897 *Allolobophora*) ähnlich, indem er zwei vordere Schnittflächen von Regenwürmern aneinandernähte und darauf der einen Komponente den Schwanz abschnitt. Allein es wird wieder ein Schwanz erzeugt. Kurz darauf (1899 *Spallanzanii*) machte er jedoch die Entdeckung, daß gerade hinter dem Clitellum entzweigeschnittene Regenwürmer nach vorne ohne jedes weitere künstliche Zutun einen Schwanz regenerieren [IV, 17 *i*]. Derselbe gleicht in jeder Beziehung: Ausbildung eines dorsoventralen

Schlitzes (After), ungeteilter Nervenstrang, größere Anzahl von Segmenten, einem normalen Schwanzregenerate. Die Nephrostomen im neuen Schwanze sind rückwärts gerichtet, und der Hauptteil der Nephridialtuben liegt im Segment distal zu dem das Nephrostom enthaltenden; es ist also der nach vorne regenerierende Schwanz das völlige Spiegelbild des nach hinten regenerierenden. Noch gerade vor dem Clitellum durchschnitten, kann der Regenwurm einen Schwanz nach vorne regenerieren. Auch darin gleichen die heteromorphen Schwänze den orthomorphen, daß ihre Segmentzahl um so mehr abnimmt, je weiter nach hinten der regenerierende Querschnitt am Wurme lag (Morgan 1902 *Earthworm*). Morgans Befunde sind von Dimon (1904), Korschelt (1904) und Michel (1899) bestätigt worden.

Da es nicht gelingt, kleine Stücke des vordersten Regenwurmendes allein am Leben zu erhalten, pfropfte Hazen (1899) drei bis acht Segmente eines solchen Stückchens in verkehrter Stellung auf die nach vorne sehende Schnittfläche eines hinter dem Clitellum durchschnittenen Wurmes. Nach längerer Zeit — es war zunächst behufs Verhinderung gewaltsamer Bewegungen der Komponenten Kälte angewendet worden — bildete sich an dem vordersten Ende, das früher schwanzwärts gerichtet gewesen, ein Kopf, aus zwei Segmenten mit Mund, Prostomium, ektodermaler Invagination, Zerebralganglion und starkem Vaskularsysteme bestehend [IV, 17 *h*]. Bloß die Ausbildung eines typischen Pharynx an dem blind endigenden Verdauungstrakte fehlte noch. Der Kopf hörte zu wachsen auf. Es ist wohl in Anbetracht des Verhaltens der Schwanzstücke und der obenerwähnten negativen Transplantationsversuche Morgans mit Sicherheit anzunehmen, daß gerade die Verwendung der invertierten vordersten Körperregion als Pfropfreis zur heteromorphen Kopfbildung Anlaß gab, wir es also mit einer völligen Analogie zur Schwanzheteromorphose beim Regenwurme und im ganzen zum Verhalten der Planarien zu tun haben.

Heteromorphosen, welche nicht die Umkehr der Polarität betreffen, scheinen bei Würmern verhältnismäßig selten zu sein, man wollte denn das Auftreten von Endapparaten an weiter proximal gelegenen Segmenten, wie die Fühler am zweiten Segmente der Ophryotrocha (Czwiklitzer 1905) [IV, 9 *a*] hierherzählen. Korschelt (1891) beobachtete bei demselben Wurme das vorzeitige Auftreten der Endcirrhenpaare und einmal ein unpaares Cirrhenpaar in der Mittellinie des hinteren Körperendes.

Meristische Heteromorphose beschreibt Byrnes (1906) bei Nereïs dumerilii, wo überzählige Praestomialtentakel an im Freien gefundenen Exemplaren nicht nur am Praestomium, sondern auch an einem regenerierenden Palpus auftraten. Pigmentflecke und Augen treten laut Carrière (1881) und Lemon (1900) nach queren Amputationen bei Planarien an anderen als den zuständigen Körperstellen auf.*) Nach Stevens (1907) kann sich Augenpigment sogar in alten Entodermzellen finden (Planaria Morgani).

§ 10. Durch Abänderungen der Schnittführungen sind schief gestellte oder mehrfach gebildete Teile auch bei den Würmern zu erhalten. Bei schiefen Schnitten wachsen die neuen Köpfe oder Schwänze anfänglich nach Barfurths Regel senkrecht zur Schnittfläche (Planarien — Morgan 1898 *maculata*; Lumbriciden — Hescheler 1896, Morgan 1897 *Allolobophora*; Polychaeten — Schultz 1899). Später kann sich durch die gegenseitige Störung, falls es sich um Ein-, nicht Abschnitt handelt, eine ganz andere, ja sogar der Polarität zuwiderlaufende Stellung ergeben, so daß Heteromorphosen bei Planarien mit Vorsicht aufzufassen sind (Voigt 1899). Beim Regenwurme erfolgt unter dem Zwange der peristaltischen Bewegungen endlich Geradestreckung, wie Hescheler (1896) angibt. Derselbe Autor sah Doppelbildungen des Kopfes oder Rüssels als etwas seitliche Knospen regenerativ entstehen, aber wieder resorbiert, ebenso ein gespaltenes Auge reguliert werden. Es sei auch in diesem Zusammenhange an den Abwurf des von Bell (1885) beobachteten Doppelschwanzes erinnert, wenngleich es hier infolge Todes des Tieres zu keiner weiteren Regulation kam.

Naturfunde doppelköpfiger Würmer sind in der Literatur spärlich vertreten (Planarien — Dalyell 1814, Monti 1899). Unter 4000 Operationen an Lumbriciden erhielt Korschelt (1904; daselbst weitere Literatur) 5 Mehrfachbildungen, alle das vordere Körperende betreffend; eine Dreifachbildung, die anderen orthomorphe Doppelköpfe [IV, 17 *f*] oder heteromorphe Doppelschwänze. Einen Fall, wo ein Ast einer vorderen Verdoppelung Kopf, der andere Schwanz war, beschrieb Caullery (1897) an einer Dodecaceria concharum. Die regenerative Entstehung der vorderen Äste und auch des normalen Schwanzes war durch die Dünnheit und

*) Ähnliches kommt bei Ophryotrocha vor. Przibram.

helle Farbe sichergestellt. Nicht selten ist Doppelschwänzigkeit (Planarien — Randolph 1897, Annelliden: Allolobophora foetida unter 1260 Exemplaren 2, Podarke unter 1500 Exemplaren 15 — Andrews 1894, Lumbricus — Bell 1885, Nereïs pelagica — Bell 1887, Lumbriculus variegatus — Cori 1893, Lumbricus terrestris — Horst 1887, Robertson 1867, Schmidt 1886, Williamson 1894.)

Wahrscheinlich sind die meisten dieser Fälle auf Regeneration zurückzuführen, obzwar auch embryonale Doppelschwänzigkeit (Lumbriculus trapezoïdes — Broom 1889) vorkommt.

Absichtlich konnten durch Einspaltung bei den Planarien sowohl Doppelköpfe [IV, 3 *f*] (Dalyell 1814, Van Duyne 1896, Faraday 1833 Flexner 1898, Fuhrmann 1898, Morgan 1900 *Planarians*, Randolph 1897, Stevens 1907, Child 1905 *Leptoplana*) als auch Doppelschwänze [IV, 3 *q*] (Van Duyne 1896, Fuhrmann 1898, Morgan 1900 *Planarians*, Randolph 1897, Stevens 1907, Child 1905 *Leptoplana*) erzielt werden. Faraday (1833) schnitt jeden einzelnen der erzielten Köpfe abermals ab und erhielt noch zweimal Regeneration derselben; als er aber das Tier unterhalb der Verzweigungsstelle abschnitt, kam bloß mehr ein Kopf, wie ihn die Art normaler Weise trägt. Morgan (1902 *lugubris*) bemerkte, daß die Doppelköpfe kleiner waren als ein normaler einzelner, daß sie jedoch wuchsen, wenn die Spaltung weiter geführt wurde. Mit Erstaunen sah Randolph (1897) bei vorderer Spaltung mit Entfernung des Pharynx manchmal auch außer den zwei vorderen Köpfen zwei hintere Schwänze entstehen.

Nach Flexners (1898) Untersuchungen besitzt bei doppelköpfigen Planarien jeder Kopf nur je einen Nervenstrang, indem keine neuen inneren ausgebildet werden. Ohne Einspaltung entstehen längs der Schnittfläche eines schmalen Planarienlängsstreifens oft zwei Köpfe (Morgan), aus der sehr breiten queren Durchschnittstelle der Abdominalregion von Hydroïdes dianthus zwei Schwänze (Zeleny 1905 *compensatory*). Verdoppelungen einzelner kleinerer Körperabschnitte können auch durch entsprechende Schnittführung erreicht werden, so außer den bereits erwähnten verstreuten Augen doppelte Pharynxe (Bardeen 1903) oder durch diagonalen Längsschnitt ein überzähliger Schwanzanhang (Polychoerus caudatus — Stevens und Boring 1905) [IV 2 *b*]; bei Naïs lacustris fand Blount einen Rüssel mit über-

zähligem regenerierten Aste (Child 1900 *Naïs*), bei Allolobophora Friend (1893) ein Vorderende mit hasenschartenartig gespaltenem vorderen Segmente, bei Hydroïdes dianthus Zeleny (1905 *Compensatory*) ein supernumeräres Operculum unterhalb des funktionierenden.

Die mehrfach beobachtete Einschaltung halber Segmente oder spirale Metamerie bei Regenwürmern (Cori 1892) ist ebenfalls meistens auf Regeneration zurückzuführen (Morgan 1892 *Spiral*) obzwar in etwa halbem Prozentsatze auch bei Embryonen vorkommend und bei den Amphinomiden nach Buchanan (1883) so häufig auftretend, daß sie als normale Variation angesehen werden müsse.

Obzwar nicht als regenerativen Ursprunges nachgewiesen, seien noch die zahlreich vorkommenden Mißbildungen bei Bandwürmern erwähnt, da sie nach Analogie mit den übrigen Würmern wahrscheinlich bei ähnlicher Erscheinung ähnliche Ursache besitzen dürften und daher wieder einen Rückschluß auf die Regenerationsfähigkeit dieser experimentell bisher nicht geprüften Gruppe gestatten. Wir finden Taenien mit Bifurkation (Blanchard 1895), Verdoppelung vieler Glieder und Teile (Lungwitz 1897), überzählige seitlich abstehende und verkrüppelte Proglottiden (Tuckermann 1888), Doppelbildungen mit halbverwachsenem Kopfe (Trabut 1890) u. a. m. (vgl. Braun 1898, Child 1900—1902 *Moniezia*).

V. Kapitel.

Gliederfüßer (Arthropoda.)

§ 1. Bei keinem anderen Tierkreise tritt uns die physiologische Regeneration, wenigstens während der Wachstumszeit, mit solcher Klarheit vor Augen, als bei den Gliederfüßern oder Arthropoden. Periodisch löst sich die ganze Oberhaut (Cuticula) ab und wird durch eine neue Schicht darunterliegenden Gewebes ersetzt. Diese Häutungen finden sich bei allen Arthropoden und vollziehen sich auch überall in sehr ähnlicher Weise: die alte Haut platzt meist dorsal an der Naht zwischen Thorax (Brust) und Abdomen (Hinterleib) und dann werden die Körperanhänge aus ihren Futteralen gezogen. (An Literatur über Häutungen

seien bloß beispielsweise genannt für Crustaceae: Asellus — Zuelzer 1907, Decapoda — Couch 1837, 1838, 1843, Przibram 1902 *Triest*, Vitzou 1882, Arachnida — Blackwall 1845, Lucas 1864, Wagner 1888, Hexapoda — Packard 1897, speziell Blattidae — Cornelius 1853, Hummel 1821, Phasmidae — Bordage 1905, Godelmann 1901, Mantidae — Przibram 1906 *Sphodromantis*, 1907 *Mantis* usf.)

Der physiologische Ersatz erstreckt sich nicht bloß auf die äußere Begrenzung des Tieres. So werden bei Balanus die Cirrhen nach normalerweise erfolgendem Abwurfe wieder erzeugt (Darwin 1854) und bei der Häutung der Phylloxera die Saugborsten nicht einfach gehäutet, sondern geradezu abgeworfen und durch neue aus den sogenannten retortenförmigen Organen ersetzt (Dreyfus 1891). Der ektodermale Mund und der Enddarm erhalten ganz allgemein ebenfalls neue Bekleidungen. Der Mitteldarm wird namentlich bei der Metamorphose durchgreifend erneuert, wozu eigene Reserveherde, die Darmkrypten, vorhanden sind, in welchen öfter amitotische Kernteilung vorkommt. (Literatur über die Erneuerung des Darmepitheles für Crustacea: Carnoy 1885, Frenzel 1885, vom Rath 1891; Myriapoda: Léger und Duboscq 1902, vom Rath 1890, 1891, Visart 1895; Hexapoda: Anglas 1898, Balbiani 1890, Carnoy 1885, Deegener 1900, Faussek 1887, Frenzel 1886, Fritze 1888, Groß 1901, Gehuchten 1890, Karawaiew 1897, Kowalevsky 1885, Léger und Duboscq 1902, Mingazzini 1889, Möbuß 1897, Rengel 1897, 1898, Verson 1892, 1898, Visart 1895, Weismann 1864, 1866 usf.)

Verson beschreibt postlarvale Neubildung von Zelldrüsen (1892) und Spermatogenese (1889) beim Seidenspinner.

Eine völlige Reorganisation der Muskeln läßt sich schon aus dem Konsistenzwechsel beim Häutungsprozeß erschließen (Brindley 1898). Hingegen wird es sich zeigen, daß die „Imaginalscheibentheorie“, nach welcher bei gewissen Insekten mit vollständiger Verwandlung die Anhänge des Imagos aus reservierten Anlagen ohne Bezugnahme auf die Larvenorgane völlig von neuem geformt werden sollten, sich als unhaltbar erweist, da Entfernung der Larvenanhänge ganz bestimmte Modifikationen des Imaginalbeines mit sich bringt (vgl. weiter unten § 4).

§ 2. Jeder hat Gelegenheit, unter einer Anzahl von Krebsen verstümmelte Exemplare zu finden, welche die im Freien ver-

lorenen Scheeren, Beine oder Fühler zu regenerieren im Begriffe sind. Für verschiedene Arten ist jedoch je nach ihrem Aufenthalte die Verlustwahrscheinlichkeit eine größere oder geringere. So lebt Cambarus gracilis fast stets in seinen Erdlöchern und Steele (1904) konnte bloß einmal natürlichen Verlust an dieser Art beobachten. Hingegen ist der nahe verwandte Cambarus virilis häufig in der Natur verletzt anzutreffen. Dennoch regenerierten nach Steeles Versuchen beide Arten gleich rasch. Auch der blinde Cambarus pellucidus, welcher im Gegensatze zu dem ebenfalls in der Mammuthöhle anzutreffenden sehenden Cambarus Bartonii äußerst scheu ist, also schwerer den Feinden in die Hände gerät, regeneriert (Putnam 1876) ebenso wie seine Gattungsgenossen. Bei den Einsiedlerkrebsen (Eupaguren) sind die verkümmerten Abdominalanhänge durch das angenommene Schneckengehäuse geschützt, dennoch nach Morgans (1898 *liability*) Versuchen regenerationsfähig geblieben. Bordage (1905) beobachtete am Landeinsiedlerkrebse (Coenobita rugosa), daß die Abdominalanhänge zwar nicht durch Feinde, wohl aber durch Abriß während der Häutungen nicht eben selten in Verlust geraten, und erblickt den Wert der Regenerationsfähigkeit in dieser Beziehung. Daß nach Morgans Angaben die Regenerationsgeschwindigkeit der Abdominalanhänge bei Einsiedlern geringer ist, als die der übrigen Extremitäten, kann auf die Rudimentation schwerlich bezogen werden, da auch die nicht rudimentären Abdominalanhänge des Cambarus nach Steele (1904) noch nicht in derselben Zeit wie die der anderen Beine regenerieren. Zahlenmäßige Angaben für die Prozentanzahl Exemplare, die eine bestimmte Gliedmaße verloren haben, lassen sich nach der später (§ 7*a*) zu besprechenden „Linkshändigkeit“ bei jenen Arten machen, die normalerweise nach der Embryonalentwicklung durchwegs Rechtshänder sind. Es finden sich für die in größeren Tiefen lebenden Maskenkrabben (Calappa-Arten) etwa 3%, für die an der Oberfläche lebenden Schwimmkrabben (Portunus-Arten) und Strandkrabben (Carcinus) etwa 7—17% (Przibram 1905 *Heterochelie*); für Eriphia spinifrons nach Dunckers Zählungen 30% bei freilich viel größeren, also wahrscheinlich älteren Exemplaren als denen der vorgenannten Arten.

Brindley (1897) benutzte die durch Abwesenheit eines Tarsalgliedes kenntlichen Regenerate bei Blattiden zur Feststellung der natürlichen Verlustwahrscheinlichkeit in verschiedenen

Lebenszeiten. Unter 210 neu ausgeschlüpften Stylopyga orientalis hatten alle normale Tarsen, einige wenige waren abgebrochen. Junge von Periplaneta australasiae unter 1·05 *cm* Körperlänge hatten 10·7% abnormale Tarsen, größere bis 2·0 *cm* 20%, noch größere bis 3 *cm* 25%; die Zunahme mit der längeren Lebensdauer ist also deutlich erkennbar. Mit zunehmender Größe wird die Verlustwahrscheinlichkeit für das verlängerte dritte Beinpaar immer relativ zu den anderen Beinpaaren beschleunigt; während bei jungen Stylopyga orientalis die drei Beinpaare von vorne nach hinten gerechnet 25%, 32·6%, 42·4% unter den Regeneraten stellten, waren es bei ausgewachsenen Tieren derselben Spezies 20·6%, 19·1%, 60·3%. Verschiedene Arten wiesen keine stark verschiedenen Verlust- und Ersatzprozente auf. Stylopyga orientalis 18·7%, Phyllodromia germanica 15·7%, Periplaneta australasiae 16·7%, Periplaneta americana 21·9%.*)

Die Verlustwahrscheinlichkeit wird durch die Angriffsweise der natürlichen Feinde sich verschieden gestalten: während der Vogel Acridotheres tristis nach Beobachtungen von Bordage (1899 *localisation*) z. B. die Stabheuschrecken (Phasmiden) mit dem Schnabel sofort tötet, das Reptil Calotes versicolor dieselben ebenso rasch verschluckt, jedoch bloß, wenn es groß genug ist, packen kleinere Exemplare dieser Art oder Ameisen (Plagiolepis longipes und Pheidole megacephala) die Heuschrecke bloß an einem Beine, so daß der Verlust desselben ohne Untergang des ganzen Tieres eintreten kann. Fast jeglichem kleinen Arthropoden dürften beiderlei Feinde begegnen. Wenn Friedrich (1906) meinte, daß es bei der Wasserspinne heiße, entweder gar nicht angegriffen werden oder vom Feinde, dem Fische, ganz hinuntergeschnappt werden, so stehen dem die Beobachtungen Zerneckes über die Verstümmelung der Wasserspinne durch Rückenschwimmer und Wasserskorpione sowie nach Weiß (1907) durch die eigenen Artgenosssen der Argyroneta gegenüber.

Außer durch Feinde kann der Verlust von Gliedmaßen durch das Tier selbst geschehen. In der Gefangenschaft fressen sich Larven der Köcherfliege Limnophilus die Tarsen ab (Linden 1893). Dasselbe wurde bei Mantis beobachtet; eine andere Heuschrecke, Barbitistes serricauda beißt sich sofort nach dem Fange

*) Auch Th. S. Schtscherbakow, Zur Frage des viergliedrigen Tarsus der Blattidae und der Regeneration der Füße derselben. Biometrika. VI. 311—326. 1908.

die Vorderbeine an der Basis ab. Saga serrata und andere Locustiden nicht nur Extremitäten, sondern auch den Legestachel, ebenso die Maulwurfsgrille, Gryllotalpa, den eigenen Hinterleib (Werner 1892). Diese „Autophagie“ dürfte jedoch wohl nur nach vorausgegangener Verletzung des betreffenden Körperteiles eintreten, wie ich es beim Flohkrebse, Gammarus, nach Zerquetschen eines Chelipedes sah (Przibram 1899) und an den Mantiden beobachtete, die unverletzte Tarsen nie verzehrten.

Eine Selbstverstümmelung nehmen im Zusammenhange mit dem Brutgeschäfte der Muschelkrebs, Philomedes brenda, und die Ameisen vor. Der genannte Ostrakode erhält bei der Reifehäutung lange Schwimmborsten, welche sich das Weibchen aber nach der Begattung abbeißt, um von da ab dauernd im Grunde zu graben (G. W. Müller 1898). Die Ameisen wiederum reißen sich nach dem Hochzeitsfluge die Flügel ab (vgl. z. B. Romanes, Animal Intelligence, S. 58). Eine direkte Autotomie zum Zwecke der Geschlechtsfunktion würde es darstellen, falls der von Bertkau (1896) an der Spinne Nephila beobachtete Vorgang bei diesen Arachniden regelmäßig vorkäme. Es fand sich nämlich der mit den Geschlechtsprodukten beladene männliche Taster in der Epigyne des Weibchens vor.

Autotomie mit Ausbildung bestimmter präformierter Bruchstellen kommt unter den Arthropoden fast überall vor und dient entweder zum Schutze vor Feinden oder zur Befreiung aus der Häutung, wenn dieselbe nicht glatt durchzuführen war. Auf diese „exuviale“ Autotomie weisen Uzel (1898) für die in einem Knäuel über dem Kopfe aufgerollten Fühler des Apterygogeneen Makrotoma, Bordage (1899 *antérieur*) für die Vorderbeine der Grillen, derselbe Forscher (1899 *soudure*) und Godelmann (1901) für alle Beinpaare der Phasmiden hin. Bordage sah unter 100 Rhaphiderus 9 in der Häutung sterben und 22 Beine durch exuviale Autotomie verloren gehen; hingegen sah Friedrich (1906) bei Spinnen niemals ähnliche Vorgänge.

Die exuviale Autotomie gibt auch ein gutes Mittel ab, um mißbildete Regenerate loszuwerden, indem dieselben die Haut nicht glatt zu passieren vermögen, an der Basis abreißen und dann durch normale ersetzt werden (Daphniden-Antennen, Mantidenvorderbein, Przibram 1907 *Abwurf*). Auch ohne Häutung können sich Arthropoden bisweilen mißbildeter Gliedmaßen entledigen, indem die Mißbildungen leichter Verletzungen ausgesetzt sind, die dann Autotomie auslösen (Homarus-Schere — Przibram 1907 *Abwurf*).

Präformierte Bruchstellen kommen, wenn wir die Anhänge des Arthropodenkörpers von vorne nach rückwärts zu Revue passieren lassen, zunächst an den zweiten Antennen einiger Krebstiere vor. Außer der von mir beobachteten „regulatorischen“ Autotomie bei Daphnidenmißbildungen (Przibram 1899) und dem von Hübner (1902) ebenfalls bemerkten Abwurfe einer Borste an der Daphnienruderantenne ist es hauptsächlich die Antenne der Kellerassel (Porcellio), welche scharf ausgeprägte Autotomiestellen besitzt (Ost 1906 *Antenne, Arthropoden*).

Die Antenne [V, 11] besteht aus Gliedern, welche auf einem kurzen Stiele am Kopf sitzen. Gleich an der Basis des ersten Gliedes am Stiele tritt die erste Autotomiestelle in Funktion, wenn die Antenne innerhalb des ersten, zweiten und dritten der gegen die Spitze zu gezählten Glieder abgeschnitten wird. Es ist also daraufhin die ganze Antenne zu regenerieren. Die zweite Autotomiestelle liegt im Gelenke vom vierten zum fünften Gliede und tritt in Funktion, wenn das fünfte Glied im ersten Drittel oder in der Hälfte durchgeschnitten wird. Regeneration folgt nicht nur von den Autotomiestellen aus, sondern auch von Stellen, nach deren Durchschneidung Autotomie nicht eintreten kann: Exstirpation der Antenne, Abschnitt der Antenne im vierten oder sechsten Gliede (Klintz 1907 *Kellerassel*). Über den Mechanismus der Antennenautotomie ist nichts bekannt. Nach Ost (1906 *Arthropoden*) treten die Muskeln eines jeden Gliedes in das nächste über.

Bei manchen Krabben weisen die Maxillipede im drittletzten Gliede eine präformierte Bruchstelle auf, die auf Abschnitt der letzten Glieder hin funktioniert (Portunus — Przibram 1901).

Wir kommen nun zu den Beinen der Gliederfüßer. Dieselben sind trotz ihrer verschiedenen Ausgestaltung zu Scheren, Lauf-, Grab-, Schwimm-, Springwerkzeugen von einer derart einheitlichen Gliederung, daß sie gemeinsam besprochen werden können. Betrachten wir das Bein einer Krabbe [XIV, 3], einer Spinne [XIV, 4] oder einer Stabheuschrecke [XIV, 7], so lassen sich sieben Teile abgrenzen: I. Coxopodit der Krebse, Coxa der Tracheaten, II. Basiopodit respektive Trochanter, III. Ischiopodit respektive Femur, IV. Meropodit respektive Patella, V. Carpopodit respektive Tibia, VI. Propodit respektive basales Tarsalglied, VII. Daktylopodit respektive distales Tarsalglied. Das zweite Beinpaar bei Crustaceen (Alpheus), der Tarsus aller Beine bei den Insekten kann noch eine weitere Gliederung aufweisen. Nicht

alle Abschnitte brauchen gelenkig miteinander verbunden zu sein, so fehlt den Insekten die Abgliederung der Patella; bei den Krabben sind an allen Beinen, beim Hummer bloß an den Scheren Basio- und Ischiopodit unbeweglich miteinander verbunden (Frèdéricq 1883), ebenso beim Flußkrebse (Dewitz 1884).

Wo nun Autotomie auftritt, wird die distale Portion des Beines inklusive des ganzen oder bloß des größten Teiles des Ischiopoditen abgeworfen. Im letzteren Fall erscheint die präformierte Bruchebene durch eine feine, rings um das Glied laufende scharfe Linie markiert, keine Furche, sondern eine Chitinlücke (Carcinus — Wirèn 1896). An dem Basiopoditenstücke bleibt das stark verkalkte „Zwischenstück" des Ischiopoditen stehen (Astacus — Wirèn 1896, Homarus — Reed 1904).

Der Mechanismus der Beinautotomie ist mehrfach untersucht worden. Er beruht außer auf der mangelnden Chitinisierung der Abwurfsnaht auf der Anordnung von Muskeln, die auf eine Nervenreizung hin vorgezeichnete starke Kontraktionen ausführen, die Extremität „anbrechen", die Gliedmaße an einen geeigneten Stützpunkt heranziehen, um diesen als Widerlager für die distalen Beinpartien benutzend gänzlich abzustoßen [XIV, 3]. Bei Carcinus entspringt dieser „Brechmuskel" (Wirèn 1896) von der Rückenseite der abwerfbaren Partie des Ischiopoditen, zum größten Teile von einem kleinen nicht weit distal der Autotomieebene gelegenen Fortsatze.

Die Autotomieebene selbst wird von einer bindegewebigen doppelten Membran durchzogen, welche bloß den Blutgefäßen und dem Nerven Durchtritt gewährt (Libinia — Andrews 1890, Carcinus — Wirèn 1896, Astacidae — Reed 1904) [XIV, $2a_1$]. Gleich nach dem Abrisse fungiert die Membran als Verschluß [XIV, $2a_2$ und $3b, c$], während die Gefäße einen rasch erstarrenden Blutstropfen abfließen lassen.

Die Autotomie der Krabben und Spinnen war schon Heineken 1829, Mac Culloch 1826, die der Makruren noch früher (vgl. Hallez 1886) bekannt.

Die Spinnen verhalten sich nach den genauen Darstellungen Friedrichs (1904) insofern abweichend von den übrigen Arthropoden, als ein Muskel durch die Autotomiestelle hindurchtritt und dieser erst an einem der Unterseite des Trochanter angefügten Chitinvorsprunge mit Hilfe des Femoralbeugers durchschnitten werden muß [XIV, 4].

Die Autotomie bei den Stabheuschrecken (Bordage 1897 *Autotomie*, 1905, Godelmann 1901), erfolgt wie bei den Krebsen an einer eigens muskelfrei gehaltenen Partie [XIV, 7], nach Bordage selbst ohne Stützpunkt durch rasches völliges Durchreißen des Brechmuskels oder langsame Degenerationsprozesse.

Meist wurde die Beinautotomie nach peripherer Reizung: Reißen, Quetschen, Schneiden, Brennen der abzuwerfenden Teile bei Dekapoden Krustazeen (außer den genannten Autoren: Faxon 1881, Frédéricq 1883, 1891, Frenzel 1891, Hadfield 1885, Heineken 1829, Herrick 1895, Lovett 1885, Mac Culloch 1826, Morgan 1902 *reflexes*, Varigny 1886, Wirèn 1896 usf.), bei Pantopoden (Dohrn 1881, Gaubert 1892), Phalangiden (Henking 1888) und anderen Spinnen (Frédéricq 1891, Heineken 1829, Lepeletier 1812, Parize 1886, Schultz 1898 usf.), bei Tausendfüßern (Frenzel 1891) und Orthopteren (Blattidae: Brindley 1897, Phasmidae: Bordage 1905, Scudder 1869, Sinéty 1901, Mantidae: Bordage 1899 *tetramérie*, 1905, Przibram 1906 *Sphodromantis*, 1907 *Mantis*, Orthoptera saltatoria: Stenobothrus — Frédéricq 1891, Acridium — Frenzel 1891) beobachtet. Bei diesem Vorgange wird zunächst vom peripheren sensiblen Nervenabschnitte der Reiz einem zentralen Ganglion übermittelt und von diesem der motorische Impuls an die Brechmuskeln zurückgesandt.

Doch ist mehrfach nach direkter Reizung oder Verwundung eines entsprechenden zentralen Ganglions ebenfalls Abwurf, also „zentrale Autotomie", erreicht worden (Krustazeen: Demoor 1891, Frédéricq 1888, Przibram 1902 *Crustaceen*; Heuschrecken: Contejean 1890) [vgl. Tafel XIV, namentlich 3 *d* und 8 bezüglich des tiefschwarz eingezeichneten Nervenverlaufes]. Im 18. Jahrhundert war der Glaube verbreitet, daß die Hummer aus Furcht bei Donnerschlägen oder Kanonensalven die Scheren abwerfen (Travis in Pennant 1777).

Die Beinautotomie scheint den beiden vorderen Beinpaaren der Springheuschrecken und allen Beinen der Insekten mit vollkommener Verwandlung zu fehlen, hingegen innerhalb der oben erwähnten Tiergruppen allgemein aufweisbar zu sein: daß die Garneelen (Palaemon und Crangon) derselben entbehren sollen (Varigny 1886), ist ebensowenig richtig (Przibram 1899, 1905 *Heterochelie*), wie daß die Wasserspinne (Friedrich 1906) unter den Araneïden eine Ausnahme bilden würde (Weiss 1907).

Freilich kann die Leichtigkeit der Autotomie eine sehr verschiedene sein. Bei manchen Crustaceen (Alpheus) [VI, 4], beim Weberknechte [XIV, 5], bei der Spinnenassel [XIV, 6], bei den Springbeinen der Heuschrecken [XIV, 8] und bei den Wiesenschnaken [XIV, 9] genügt ein leises Berühren, falls das Tier sich in ungeschwächtem Zustande befindet. Hingegen muß bei den Scheren des Hummers meist ziemlich viel Gewalt angewendet werden.

Flügelautotomie beschreibt Frenzel (1891) für Termiten. Eutermes inquilans bricht, um zu entfliehen, die festgehaltenen Flügel durch Umbiegen an einer präformierten Naht, die etwa 1·5 *mm* vom Flügelansatzpunkt entfernt liegt, ab. An dieser Stelle fließt weniger Blut aus, als in der Mitte des Flügels. Nach Werber (1907) stoßen die Mehlkäfer ihre Unterflügel gänzlich ab, wenn die Flügeldecken ausgerissen wurden. Die bei den Eintagsfliegenlarven an den Hinterleibsseiten stehenden blättchenförmigen Trachealkiemen sind auch der Autotomie fähig (Child und Young 1903).

Regenerate haben öfter bei den Arthropoden zu irrtümlichen Ansichten geführt; man hielt sie für kongenitale Monstrositäten (z. B. Thysanura-Antennen: Latreille 1832) oder von Sammlern schlecht repaierte Exemplare (Coquerel 1861), wo einzelne Glieder fehlten. Manche Arten wurden auch fehlerhaft beschrieben, namentlich unter den Blattiden und Phasmiden, die an Stelle von fünf bloß vier Tarsenglieder zu regenerieren pflegen. So hatte Gray 1837 für eine Bacteria mexicana mit beiderseits regenerierten Hinterbeinen eine eigene Gattung „Heteronemia“ aufgestellt.

§ 4. Unter den fünf Klassen der Gliederfüßer sind vier, nämlich Krebstiere, Spinnen, Tausendfüßer und Insekten auf ihre Regenerationsfähigkeit hin geprüft worden, während über die Krallenträger (Peripatus) keine Angaben vorliegen (Sedgwick in Brindley 1898).

Die Regenerationsfähigkeit steht der der Würmer insofern nach, als in der Mitte quer entzweigeschnittene Gliederfüßer die fehlenden Teile nicht mehr nachbilden. Freilich steht es noch dahin, ob dies nicht nur darauf zurückzuführen ist, daß die Tiere nach solcher Operation, für das Leben wichtiger Organe beraubt, stets eingehen. Wir sehen in der Tat die Pantopoden, niedrig stehende Spinnentiere, welche nach querer Halbierung sehr lange am Leben bleiben können, wenigstens an dem vorderen Teilstücke nach rückwärts neue Körperabschnitte anlegen, deren Ausbildungsgrad allerdings bisher eine sichere Deutung ihrer Homologie noch

nicht gestattet haben (Phoxichillidium maxillare — Loeb 1896, Morgan 1904 *Notes*) [VIII, 1 *a*, *h*, *α*]. Völlig sichergestellt ist hingegen die Regeneration eines neuen Hinterendes, wenn bloß eins bis zwei der hintersten Körpersegmente entfernt wurden, und zwar nicht nur bei dem genannten Pantopoden (Morgan 1904 *Notes*), der ein Hinterleibssegment mit den Extremitätenknospen neubildete [VIII, 1 *β*, *γ*], sondern auch bei Insektenlarven verschiedener Ordnungen, so der Orthopteren (Bacillus — Godelmann 1901 [VIII, 16 a_1—a_3], Cloëon — Hübner 1902 [VIII, 9 *a*]*) und Käfer (Tenebrio, Lampyris — Megušar 1907 *Koleopteren* [VIII, 11 *a* und 13]). Bei Schmetterlingspuppen (Notodonta, Samia [IX, 6], Vanessa) erhielt Hirschler sowohl Regeneration des Hinterendes (1903) als auch des Vorderendes (1904), nachdem er die Wundfläche durch Paraffin vor dem Ausbluten geschützt hatte.

Alle übrigen Regenerationsversuche an Arthropoden betreffen Körperanhänge oder bloß Teile von Segmenten; über die Regeneration innerer Organe ist nichts bekannt (exstirpierte Geschlechtsorgane scheinen nicht wieder gebildet zu werden).

Alle Arthropodenanhänge sind unter gewissen Bedingungen regenerationsfähig.

Der Nachweis bei einigen Formen scheitert wohl nur an der Hinfälligkeit der betreffenden Art nach der Operation. So konnte ich Artemia und Podocerus falcatus in operiertem Zustande nicht am Leben erhalten (Przibram 1899), obzwar bei letzterer Art de la Valle (1893) Regenerate in der Natur gefunden hatte. Das gleiche gilt für die negative Angabe Osts (1906 *Arthropoden*) über den Flohkrebs Gammarus, der nach meinen eigenen (Przibram 1899) [V, 8] wie Steeles (1907) Versuchen die Gliedmaßen zu regenerieren vermag, und die Wasserassel Asellus aquaticus, die sogar bei geeigneter Pflege ein günstiges Versuchsmaterial abgibt (Przibram 1896, 1899, Zuelzer 1907) [V, 9].

Ebenso stehen den negativen Angaben von Huet (1883) über Ligia oceanica die positiven von Herrick (1895) gegenüber. Hingegen treten wieder den negativen Angaben Herricks und Réaumurs (1712) über den Schwanzfächer von Hummern und Krebsen die Erfolge von Steele (1907) an nahe verwandten Formen (Cambarus) entgegen.

---

*) Auch S. Oppenheim, Segmentregeneration bei Ephemeridenlarven. Zool. Anzeiger. XXXIII. 72—77. Fig. 1—6. **1908.**

Bei ausgedehnteren Versuchsreihen dürfte auch Steeles (1907) Befund sich aufklären, daß Palaemonetes vulgaris im Gegensatze zu allen übrigen Dekapoden, deren Ganglion ebenfalls im Augenstiele sitzt, nach Abschnitt des letzteren keine Heteromorphose entstehen lassen könne, denn am Gattungsgenossen P. varians hatte Herbst bereits (1900) solche erhalten.

Wenden wir uns von den Krebsen zu den Spinnen. Friedrich (1906) konnte an der Wasserspinne (Argyroneta aquatica) keine Regeneration erhalten, aber Weiss (1907) glückte es, solche nachzuweisen, wenn die Spinnen am Lande gehalten worden waren [VIII, 3]. Der Weberknecht (Opilio) regenerierte bei Henkings (1888) Versuchen nicht, aber es waren ihm natürliche Regenerationen bekannt.

Unter den Tausendfüßern wurden die von Westwood (1840) nicht als Regenerate, sondern für „sistierte Entwicklung" erklärten in der Natur vorkommenden kleinen Gliedmaßen von Lithobius durch die positiven Experimente Newports (1884, 1847) dennoch als Regenerate nachgewiesen [vgl. VIII, 5]. Ein ähnlicher Streit ist noch bezüglich der Springbeine der Orthopteren im Gange: während Griffini (1896) an einem im Freien gefundenen Pristes tuberosus [VIII, 17] das eine diminutive Hinterbein für ein Regenerat ansieht, konnte Bordage (1899 *postérieurs*, 1905) keine Regenerate an diesem dritten Beinpaar erhalten, obzwar die beiden vorderen Paare regenerierten (Acridium, Phylloperta, Conocephalus, Gryllus capensis — Bordage 1899 *antérieurs*); und Peyerimhoff (1906) erklärt die diminutiven Springbeine ebenfalls durch Wachstumstillstand.

Bordages wiederholten Angaben über die Nichtregeneration des Vorder- oder Fangbeines der Gottesanbeterinnen Mantis pustulosa und prasina (1899 *Mantides*, 1905) kann meinen positiven Befunden an Sphodromantis bioculata (Przibram 1906 *Sphodromantis*) [VIII, 13 γ] und Mantis religiosa (1907 *Mantis*) gegenüber keine Bedeutung mehr beigemessen werden.

Daß die Larven der Ephemeride Chloëon nicht regenerieren sollen (Lubbock 1866), ist durch die bereits erwähnte Arbeit Hübners (1902) experimentell widerlegt. Das Caudalhorn des Bombyx mori sah Kellogg (1904) stets ausbleiben, Megušar (1907 *Seidenspinner*) jedoch gelegentlich wiederkehren [IX, 5 *a*]. Es hat sich auch nicht bestätigt, daß den Saturniden die Regenerationsfähigkeit, wie Crampton (1899) sich äußerte, fehlen würde,

(Brindley 1902, Gadeau de Kerville 1890, Hirschler 1903, 1904) [IX, 6].

Nach dieser Zurückweisung der regellos durch das System der Arthropoden zerstreuten „scheinbaren" Ausnahmen mag eine sehr gedrängte Darstellung dessen, was in den verschiedenen Klassen regeneriert werden kann, folgen, ehe wir uns zu den wirklichen Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit wenden.

Unter den Crustaceen ersetzen die Entomostraken Ruderantennen (Branchipus [V, 1] — Przibram 1899; Daphniden [V, 3—5] — Przibram 1896, 1899, Hübner 1902, Ost 1906; Cyclops — Jurine 1820, Klintz 1907 *Cyclopiden* [V, 6 β_1—6 β_2]) oder Schwanzfäden (Apus [V, 2 a_1—a_3] — Meier 1906, Rabes 1907; Diaptomus — Jurine 1820; Cyclops [V, 6 βa_1—6 βa_3] — Klintz 1907 *Cyclopiden*, Ost 1906); an Cirrhipedien konnte ich bloß den Beginn der Cirrhenregeneration beobachten (Przibram 1899).

Während Daphniden nach Augenoperation regelmäßig zugrunde gingen, konnte bei der eine Stellung zwischen Entomo- und Malakostraken einnehmenden Nebalia außer Antennen- und Furkalastregeneration auch Neubildung des Auges erzielt werden (Przibram 1899) [V, 7]. Die Beinregeneration der Amphipoden (Gammarus usw.) ist bereits erwähnt worden (außer den angeführten [V, 8]: Eucrangonax — Hasemann 1907, und Naturfunde: Melita, Maera, Cheiroceratus — De la Valle 1893, Scinidae — Garbowski 1896). Bei den Isopoden ist außer Beinregeneration (Ellis 1907 u. ff.) die Neubildung der Antennen (Asellus [V, 9] — Przibram 1896, 1899, Zuelzer 1907,*) Mancasellus [V, 10] — Zeleny 1906 *Direction*, Steele 1907, Porcellio [V, 11] — Klintz 1907 *Kellerassel*, Ost 1906 *Antenne, Beitrag, Arthropoden*, Oniscus — Heineken 1829, Steele 1907, Ligia — Herrick 1895) und der Furka (Asellus a. a. O.) sichergestellt. Wiederholt wurde das Wiederauftreten des Auges von Sphaeroma nach Abschnitt eines entsprechenden Kopfsegmentstückes beobachtet (Herbst 1900, Przibram 1901) sowie das abermalige Wachstum anderer Segmentteile (Przibram 1901).*) Steele (1907) beschreibt ferner Augenregenerate bei Gammarus, Oniscus und Asellus. Mysis regeneriert Telson und Schwanz-

*) Auch neuerdings: Viktor Janda, O regeneračních dějích u členovců. Část I. Asellus aquaticus. Sitz.-Ber. d. czech. Akademie Prag. 1—28. 1908.

fächer inklusive der an der Basis der letzteren gelegenen Otolithen (Przibram 1901) [V, 12].

Bei den Dekapoden Crustaceen [VI, VII] ist Regeneration folgender Anhänge bekannt: der Antennen (Palaemon, Sicyonia, Lysmata — Przibram 1901, Homarus — Herrick 1895, Astacus — Chantran 1871, Cambarus pellucidus — Putnam 1876, Cambarus gracilis und Cambarus virilis — Steele 1904, Scyllarus — Przibram 1901, Eupagurus — Morgan 1898 *liability*), der Augen (Palaemon — Herbst 1900, Przibram 1899, Palaemonetes, Crangon, Cambarus — Steele 1907, Astacus — Chantran 1873, Eupagurus — Herbst 1900 *IV*, Morgan 1898 *liability*, Steele 1907, Porcellana — Herbst 1900 *IV*), der Maxillipede (Sicyonia — Przibram 1901, Astacus — Biberhofer 1905, Galatea — Przibram 1901, Eupagurus — Morgan 1898 *liability*, Dromia, Porcellana, Carcinus, Portunus, Cancer — Przibram 1901), der Scheren- und Schreitbeine (Palaemonetes — Steele 1904, Palaemon — Przibram 1899, 1901, Atyoïda — Müller 1880, Nika — Przibram 1901, Astacus — Chantran 1871—1873, Réaumur 1712—1713, Cambarus — Putnam 1876, Zeleny 1905 *Degree*, 1905 *Relation*, Haseman 1907 *Direction*, Steele 1904, Galatea — Przibram 1901, Coenobita — Bordage 1905, Dromia, Porcellana — Przibram 1901; Brachyura — Bodier 1778, Du Tertre 1667—1671, Goodsir 1844, 1868, Heineken 1829 *Crabs*, Réaumur 1712, insbesondere Carcinus und Platycarcinus — Goodsir 1845, Callinectes — Mitchell in Rathbun 1896, Geograpsus, Cardisoma — Bordage 1905; vgl. noch die § 7 *a* angeführten heterochelen Formen und eine große Reihe von Naturfunden, darunter die fossilen Eryon und Eryma — Przibram 1905 *Heterochelie*), der Abdominalanhänge (Homarus — Herrick 1895, Cambarus, bloß 1. Paar ♂, und 6. Paar — Steele 1907, Eupagurus, alle bei ♂ und ♀ — Morgan 1898 *liability*), endlich der Telsonplatte mit dem Schwanzfächer (Palaemon, Nika — Przibram 1901, Cambarus — Steele 1904, Eupagurus — Morgan 1898 *liability*). Segmentteile regenerieren ebenfalls (Sicyonia — Przibram 1901, Cambarus — Andrews 1906, Carcinus — Weldon 1895).

Über den Molukkenkrebs fehlen direkte Versuche; ein Hinweis auf Regenerationsprozesse dürfte in den gelegentlichen Doppelbildungen des Schwanzstachels (Limulus polyphemus — Packard 1872, Smith 1904) zu erblicken sein.

Die große Regenerationsfähigkeit der als niedrige Spinnentiere angesehenen Pantopoden [VIII, 1] wurde bereits erwähnt; sie regenerieren, außer quer durchschnitten (Phoxichillidium — Loeb 1896, Morgan 1904 *Notes*), auch einzelne Gliedmaßen (Morgan 1904 *Notes*, Ammothea, Barana — Dohrn 1881) [VIII, 1 δ].

Die Spinnen (Aranoïda [VIII, 2—4]) sind imstande alle Extremitäten wiederzubilden, sowohl Beine als auch Palpen (Banks 1829, Heineken 1829 *Insects*, insbesondere: Ciniflo, Lycosa, Philodromus, Drassus, Textrix, Segestria, Dysdera, Linyphia — Blackwall 1845, Tegenaria — Blackwall 1845, Friedrich 1906, Lepeletier 1812, Mac Cook 1884, Olios — Bordage 1905, Schultz 1898, Tarantula — Mac Cook 1884, Trochosa — Wagner 1888, Argyroneta — Weiß 1907).*) Über Skorpione liegen bloß die Naturfunde von Pocock (Brindley 1898), welche offenbar regenerierte Extremitäten aufweisen (Scorpio, Buthus), und die Doppelbildung des Schwanzstachels bei Palamnaeus (Bateson 1894) vor.

Die Tausendfüßer regenerieren Fühler und Beine (Julus, [VIII, 5], Lithobius — Newport 1844, 1847, Scolopendra, Scutigera — Bordage 1905) und auch die Insekten können vor Erreichung der Geschlechtsreife alle Anhänge regenerieren.

So wurde Regeneration der Fühler experimentell beobachtet bei den niedrigen ungeflügelten Insekten (Orchesella, Tomocerus [VIII, 7] — Lubbock 1870, 1873, Machilis [VIII, 6 a], Lepisma — Przibram-Werber 1907), bei Eintagsfliegen (Ephemeridae — Dewitz 1890), beim Ohrwurme (Forficula — Newport 1847), bei der Küchenschabe (Blatta — Heineken 1829 *Insects*), beim Heupferde (Locusta [VIII, 18] — Graber 1867), bei der Kameelhalsfliege (Rhaphidia — Schneider 1843), bei der Schreitwanze (Reduvius — Heineken 1829 *Insects*) und beim Mehlkäfer (Tenebrio [IX, 11 δ ε] — Gadeau de Kerville 1890, Megušar 1907 *Koleopteren*, Tornier 1901, Werber 1905 *Tenebrio*).

Regeneration des Auges wurde beim Mehlkäfer ebenfalls erhalten, als Werber (1905 *Tenebrio*) [IX, 11 a—a_1] einen Auge und Fühler umfassenden Kopfabschnitt einer Seite entfernt hatte. Die Regeneration der Mandibeln erzielte Megušar (1907 *Koleopteren*) bei einer ganzen Reihe von Käferlarven (Rhagium

*) Auch S. Oppenheim, Regeneration und Autotomie bei Spinnen, Zool. Anzeiger. XXXIII. 56—60. Fig. 1—3. 1908.

[IX, 12], Hydrocharis [IX, 15 a—a_2], Hydrophilus aterrimus und piceus). Der Taster wurde bei meinen Versuchen am Steinhüpfer, Machilis, ersetzt (Przibram-Werber 1907) [VIII, 6 β—β_1]. Ebenso die Beine [VIII, 6 γ], welche auch bei Versuchen an vielen anderen Insektengruppen wieder wuchsen: an Ephemeriden (Schröder 1898, Chloëon [VIII, 9 a] — Hübner 1902), Libellen (Agrionidae [VIII, α, β, γ] — Child und Young 1903, Hübner 1902, Anax — Ost 1906), Küchenschaben (Stylopyga [VIII, 11] — Brindley 1897, 1898, Megušar 1907 *Koleopteren,* Panchlora — Bordage 1905), Gottesanbeterinnen (Mantis prasina, pustulosa — Bordage 1899 *Mantides*, 1905, M. religiosa — Przibram 1907 *Mantis*, Sphodromantis [VIII, 13] — Przibram 1906 *Sphodromantis*), wandelnden Blättern (Phyllium [VIII, 15] — Bordage 1898 *soudure,* 1905), Stabheuschrecken (Bacillus [VIII, 16] — Godelmann 1901, Diapheromera — Scudder 1869, Diura — Fortnum 1845, Rhaphiderus [VIII, 14], Monandroptera — Bordage 1897, 1898 *nymphes, Phasmides, tarses, résections,* 1899 *spirale, protection,* 1905), Springheuschrecken (bloß vordere zwei Beinpaare: Acridium, Phylloperta, Gryllus capensis — Bordage 1899 *antérieurs,* 1905), Köcherfliegen (Phrygaena — Pictet 1846), Kameelhalsfliegen (Rhaphidia — Schneider 1843), Schmetterlingsraupen (Noctua, Orgya, Saturnia, Arctia — Gadeau de Kerville 1890, Liparis [IX, 7] — Chapman 1900, Bombyx mori [IX, 5] — Kellogg 1904, Mélise 1879, Verson 1904, Samia — Brindley 1902, Vanessa urticae [IX, 9] — Newport 1844, 1847, V. io — Gadeau de Kerville 1890, Newport 1847, Papilio podalirius — Gadeau de Kerville 1890) und Käfern (Coccinella, Galeruca, Diaperis — Gadeau de Kerville 1890, Tenebrio [IX, 11 $c, \delta\, \varepsilon$] — Gadeau de Kerville 1890, Megušar 1907 *Koleopteren*, Tornier 1901, Rhagium [IX, 12 β—δ], Platycerus, Oryctes, Cetonia, Hydrocharis [IX, 15], Hydrophilus [IX, 16], Cybister [IX, 18], Dytiscus [IX, 19] — Megušar 1907 *Koleopteren*).

Schwanzanhänge kommen bei den Insekten in verschiedenen Formen vor. Die Steinhüpfer (Machilis [VIII, 6 a—a_1]) regenerierten die lange mittlere Schwanzborste (Przibram-Werber 1907), Libellenlarven (Agrion [VIII, 8 a]) die seitlichen Anhänge (Hübner 1902). Ephemeridenlarven regenerieren nicht bloß alle drei Schwanzborsten (Dewitz 1890), sondern auch die an den Abdominalsegmenten stehenden Tracheenkiemen (Dewitz 1890; Chloëon [VIII, 9 c] — Hübner 1902).

Endlich sind von regenerierenden Körperanhängen die Flügel zu verzeichnen. Sie erscheinen ganz, aber verkleinert am Imago, wenn ihre Anlage an der Larve teilweise entfernt wurde (Warzenbeißer Decticus [VIII, 19] — Graber 1867; Mehlkäfer Tenebrio — Megušar 1907 *Koleopteren*), jedoch unter besonders günstigen Bedingungen auch noch wenn sie am Imago entfernt wurden (Tenebrio [IX, 11 *b*] — Werber 1907 *Tenebrio*, Fliegen Musca domestica [IX, 1], Musca vomitoria [IX, 2] Kammerer 1907 *Dipterenflügel*).

Sonst können am Imago der Insekten bloß Löcher in den Flügeldecken (Schwimmkäfer Colymbetes [IX, 17] — Hope 1845) oder Wunden an anderen Körpersegmenten, wie am Abdominalrücken (Laufkäfer Carabus [IX, 20] — Verhoeff 1896) ausgebessert werden; niemals wurde aber noch die Neubildung eines am Imago verlorenen gegliederten Anhanges bei echten Insekten beobachtet.

§ 4. Nicht nur bei den Insekten mit vollkommener Verwandlung, sondern auch bei den übrigen Arthropodengruppen spielt die Altersstufe eine bedeutende Rolle. Ähnlich wie bei den Insekten erlischt die Regenerationsfähigkeit mit Erreichung des geschlechtsreifen Zustandes bei den Cyklopiden, kleinen Crustaceen, welche nach Eintritt der Reife nicht mehr wachsen und auch keine Häutung absolvieren (Klintz 1907 *Cyklopiden*).

Gelegentliche Anläufe nahezu reifer Exemplare führen bloß zu rudimentärem Ersatze (Cyklopsantenne — Przibram 1899 [V, 6 *a*], Diaptomus-Schwanzfaden — Jurine 1820). Nach Klintzs Nachprüfungen dürfte Jurines (1820) Angabe, daß jeder neuen Eiablage eine Häutung vorhergehe und hiebei einmal Regeneration einer Antenne eintrat, auf einer Verwechslung ungenügend isolierter Versuchstiere beruhen. Ost (1906) erhielt Regeneration der Furka an Cyklops, die sich noch häuteten, Klintz (1907 *Cyklopiden*) Regeneration an der Antenne [V, 6 *a*] und am Schwanze [V, 6 $\beta_1 - {}_2$], wenn die Operation auf dem sogenannten ersten Cyklopsstadium [V, 6 β] ausgeführt worden war. Die übrigen Crustaceengruppen häuten meist nach Eintritt der Geschlechtsreife weiter und überall geht die Regeneration Hand in Hand mit den Häutungen (vgl. Apus — Meier 1906, Rabes 1907 [V, 2, a_1—a_3], Daphnidae — Przibram 1899 [V, 3 a_1—a_3] usf.) Junge Larven des Hummers häuten in kürzeren Intervallen als ältere Tiere und regenerieren in entsprechend kürzerer Zeit

(Emmel 1904). Beim Flußkrebs beobachtete bereits Chantran (1873) die schlechtere Regeneration älterer Exemplare; das geschlechtsreife Weibchen braucht die doppelte Zeit als das geschlechtsreife Männchen, da es bloß die halbe Anzahl Häutungen durchmacht (Chantran 1871). Daß schließlich ein Alter erreicht wird, in dem Häutungen nicht mehr stattfinden, schloß Yarrel (1845) aus dem Umstande, daß öfters Hummer gefunden wurden, die ihre Schale nicht ganz ausfüllten.

Eine solche Wachstumsgrenze, 3—4 Jahre vor dem natürlichen Tode, beobachtete Mitchell direkt an der amerikanischen Schwimmkrabbe (Callinectes sapidus — vgl. Rathbun 1896), und in diesem Alter trat auch keine Regeneration mehr ein.

Ähnlich dürften sich die Spinnentiere verhalten. Bei den Pantopoden treten die Regenerate im Verlaufe von Häutungen auf (Dohrn 1881, Loeb 1896).

Die erwähnten Naturfunde von Regeneraten an Skorpionen waren an unreifen, also sicher noch häutenden Exemplaren aufgetreten. An Phalangiden sind vollständige Experimente noch ausständig. Henking (1888) konnte bloß zwei Häutungen beobachten; einmal trat hiebei ein Regenerationsstumpf auf. Die großen, so oft mit nur wenig übriggebliebenen Beinen anzutreffenden Weberknechte regenerieren nicht mehr.

Übereinstimmend geben auch alle Beobachter für die echten Spinnen an, daß sie nur regenerieren, so lange sie häuten. Im Gegensatze zu Friedrich (1906), der bloß einmal, und zwar bei einer männlichen Tegenaria nach Eintritt der Geschlechtsreife eine Häutung beobachtete, und den übrigen Autoren (namentlich Blackwall 1845) häutet das Weibchen nach Lepeletier (1812) stets, sobald es befruchtete Eier abgelegt hat, und ersetzt Verlorenes.

Wichtig für den positiven Ausfall von Regenerationsversuchen am männlichen Taster, der im reifen Zustande ein Spermareceptaculum trägt [IV, δ♂], ist es, die Operation möglichst früh auszuführen, denn zwischen vorletzter und letzter Häutung entfernte Palpen der Männchen werden ohne Sexualcharaktere regeneriert (Textrix, Tegenaria, Ciniflo — Blackwall 1845). Bei manchen Arten sind sogar mehr als zwei Häutungsintervalle zur Ausbildung des männlichen Tasters — und ebenso seines Regenerates notwendig (Trochosa — Wagner 1887). Auch an Epeira erhielt Schultz (1898) Regeneration der männlichen

Taster, so daß Friedrichs negative Resultate auf zu späte Amputation zurückzuführen sind. Eine gleiche Erklärung gilt zum Teil für seine Behauptung, daß die Wasserspinne Extremitäten überhaupt nicht regeneriere, denn nach Weiß' (1901) Nachprüfung kann bei sehr jung operierten Tieren unter Umständen (Landhaltung) Regeneration eintreten; interessanterweise absolviert die Argyroneta bloß vier bis fünf an Stelle von acht bis zehn Häutungen bei den übrigen Arachniden.

Für die Tausendfüßer sind die Verhältnisse noch nicht ganz klargestellt. Newport (1847) sah bei den Chilopoden bloß dann Regeneration eintreten, wenn sie noch häuteten. Ob aber mit der Reife normalerweise die Häutungen aufhören und nur bei Verletzung ausnahmsweise weitere auftreten können, ist nach Verhoeff (1905) für Scutigera und Lithobius unsicher.

Lehrreich sind die Versuche an der kleinen Gruppe der flügellosen Insekten. Dieselben verhalten sich, was Reife, Häutungen und Regeneration anbelangt, wenigstens in den primitiven Vertretern, den Thysanura Ectognatha, wie die Crustaceen, indem sie noch nach Geschlechtsreife forthäuten, fortwachsen und fortregenerieren (Machilis — Przibram-Werber 1907 [VIII, 6, $a, a—\gamma$]).

Hierin schließen sie sich also, wie in vielen anderen Charakteren, den niedrigeren Arthropoden an und entfernen sich von den wahren geflügelten Insekten, die nach Eintritt der Geschlechtsreife Häutung, Wachstum und Gliedmaßenregeneration regelmäßig einstellen.

Die Insekten mit unvollkommener Verwandlung verhalten sich hierin nicht anders als diejenigen mit vollkommener Metamorphose. Darauf wiesen bereits Newport (1847) für die Ohrwürmer (Forficulidae), Heineken (1829 *Insects*) für die Küchenschaben (Blattidae) und Schreitwanzen (Reduviidae), Schneider (1843) für die Kameelhalsfliegen (Raphididae), Pictet (1846) für die Köcherfliegen (Phryganidae), Bordage (1897) für Stabheuschrecken (Phasmidae), Graber (1867) für die Springheuschrecken (Orthoptera saltatoria) hin.

Je jünger die Larven, um so eher vermag die völlige Wiederherstellung noch vor sich zu gehen. Die Abnahme der Regenerationsgüte mit zunehmender Entwicklungsstufe spricht sich auch in der Beobachtung Godelmanns (1901) aus, daß die Stabheuschrecke Bacillus rossii [VIII, 16] zwar gewöhnlich an Stelle

der 5 tarsigen Beine 4 tarsige regeneriert, jedoch, wenn der Verlust vor der ersten Häutung erfolgte, öfters auch die vollständigen fünf Tarsen ersetzt.

Bei den Fangheuschrecken (Mantidae) ist die Verwendung junger Stadien zur Erzielung regenerierter Vorderbeine notwendig, da in vorgerückterem Alter erst nach zwei Häutungen das Fangbein ersetzt wird (Przibram 1906 *Sphodromantis*, 1907 *Mantis*). Dies erklärt die negativen Resultate von Bordage.

Bei den erwähnten Versuchen an Schmetterlingsraupen hat es sich herausgestellt, daß, je jüngere Stadien operiert worden waren, um so vollkommener und größer das betreffende Bein am Schmetterlinge selbst wieder erschien [IX, 7 α, β, 9 α, β]. Wird früh genug operiert, so erhält man an der Raupe selbst Regenerate [IX, 5 α—β_1].

Unter den Käfern regenerieren die im Wasser lebenden Hydrophilidae (und Dytiscidae?) die Beine stets erst an der Puppe, sie haben aber überhaupt bloß zwei Häutungen als Larven durchzumachen (Megušar 1907 *Koleopteren* [IX, 16, 18, 19]).

Die Landformen haben im allgemeinen mehr Häutungen und können bereits an der Larve regenerieren, z. B. Rhagium [IX, 12 β]. An den weniger differenzierten Kiefern beginnt sowohl bei Land- wie auch bei Wasserformen die Regeneration schon an der Larve [IX, 12 α, 15 α].

An Puppen abgeschnittene Teile scheinen nie mehr regelmäßigen Ersatz zu finden, obzwar später zu besprechende Wundheilungen und Heteromorphosen vorkommen. Die Imago endlich ersetzt, wie bereits eingangs erwähnt, bloß die Flügel und dies auch nur, wenn sie in nicht völlig erhärtetem Zustande ausgerissen wurden (Tenebrio — Werber 1907 *Tenebrio* [IX, 116], Musca — Kammerer 1907 *Dipterenflügel* [IX, 1—2]).

§ 5. Der erste Wundverschluß wird durch einen an der Luft rasch zu schwarzem Koagulum erstarrenden Blutstropfen gebildet (Palaemon — Herbst 1896, Carcinus — Wirèn 1896, Trochosa — Wagner 1887, Epeïra — Schultz 1898, Lithobius, Raupen — Newport 1845, 1847, Bacillus — Godelmann 1901, Schmetterlingspuppen — Hirschler 1903, 1904, usf.).

Tritt keine Häutung ein, so ist mit Ausbildung eines Epithels und einer Chitinschichte, die unter dem Koagulum sich bildet, der Wundheilungsprozeß beendet (Cyklopiden — Klintz 1907 *Cyklopiden*, Opilio — Henking 1888, Carabus — Verhoeff

1896) [IX, 20]. Nur in seltenen Fällen bilden sich geringfügige Teile, z. B. Ruderborsten bei Daphniden (Przibram 1899 [V, 5]), ehe eine weitere Häutung eintritt.

In der Regel wird der Wundschorf samt der alten Haut abgeworfen und es kommt bei der Häutung das Regenerat zum Vorscheine, welches bis dahin in einer Hauttasche eingeschlossen war [vgl. V, 11 γ_1—γ_2]. Hierin ändert sich nichts, wenn die Regenerationsknospe infolge sehr bedeutenden Wachstums bereits früher sichtbar geworden war [vgl. VI, 1 *a*—*b*].

§ 6. Von Zeit zu Zeit taucht die Ansicht auf, daß die Gliedmaßen der Arthropoden nur von bestimmten, namentlich den präformierten Bruchstellen aus regeneriert werden könnten, obzwar bereits Heineken (1829) beobachtet hatte, daß verletzte Beine nicht immer der Autotomie unterliegen und Réaumur (1712) die Gliedmaßen des Flußkrebses von verschiedenen Niveaus aus regenerieren sah. So behauptete Wirèn (1896), es bilde sich an Stelle des abgebrochenen Daktylopoditen der Krabben kein neuer, was aber durch meine Versuche (Przibram 1902 *Crustaceen*) widerlegt wird. Die Regeneration der Daktylopodit- und Propoditspitzen beim Hummer beschrieb Herrick (1895). Sowohl oberhalb als auch unterhalb der Autotomiestelle abgeschnittene Scheren und Beine des Einsiedlerkrebses (Morgan 1900 *Hermit*) regenerieren und analog behandelte Garneelen (Przibram 1899, 1901) verhalten sich nicht anders.

Auch die Antennen der Krebse (Scyllarus [VI, 10], Lysmata, Sicyonia [VI, 2] — Przibram 1901) regenerieren nach gänzlicher Entfernung, unter ihnen die der Kellerassel (Porcellio [V, 11 α] — Klintz 1907), welche auch sonst ohne Autotomie ersetzt werden, falls sie im ersten Drittel oder in der Hälfte des vierten oder sechsten Gliedes abgeschnitten worden waren (Klintz 1907 *Kellerassel* [V, 11 β, δ] gegen Ost 1906 *Arthropoden*). Selbst dann, wenn Krebsgliedmaßen inklusive eines Segmentteiles herausgeschnitten werden, tritt, wenn auch verspätet, Regeneration ein (Palaemon u. a. — Przibram 1901 [VI, 1 *c*], Astacus — Biberhofer 1905 [VI, 8 *a*]).

Bei den Spinnen ist Regeneration von anderen als den Autotomiestellen ebenfalls beobachtet (z. B. Friedrich 1906) [VIII, 4 β], doch soll sie langsamer von der Tibia oder anderer Durchschnittstelle aus erfolgen (Schultz 1898).

Ähnlich verhalten sich die Insekten; so erhielten Bordage

(1897) und Godelmann (1901) nach verschiedenen distal der Autotomiestelle geführten Operationen Regeneration, die sich nur in der geringeren Regelmäßigkeit oder Anzahl von Gliedern von derjenigen nach Autotomie unterschied. Bei allen drei Beinpaaren einer Fangheuschrecke konnte ich dann auch den Nachweis führen, daß proximal der Bruchstelle, also durch die Coxa geführte Schnitte ebenfalls zur Regeneration führen (Przibram 1906 *Sphodromantis*) [VIII, 13 *a*, *γ*]. Scudder (1869) und Bordage (1905) hatten bei analogen Versuchen an Phasmiden keinen Erfolg gehabt. Totalexstirpation von Auge und Fühler an der Mehlkäferlarve führte ebenso zur Wiederherstellung an Larve oder Käfer (Werber 1904 *Tenebrio* [IX, 11 a_1, a_1]) wie jene von Beinen derselben Käferart (Megušar 1907 *Koleopteren* [IX, 11 *c*]).

Es sind daher die Ansichten von Brindley (1898), Bordage (1897, 1898, 1905) und Kellogg (1906), daß zur Regeneration mindestens ein bis zwei Grundglieder der Gliedmaße erhalten sein müssen, als widerlegt anzusehen.

§ 6*a*. Zugleich stellt sich die Irrtümlichkeit der von Goodsir (1844) aufgestellten, von Weismann aufgegriffenen Deutung der in der Coxa der Krabben nach Autotomie auftretenden „braunen Körperchen“ als „Regenerationskeime“ heraus. Es sind dies vielmehr nach Herrick (1895) aus einer Mesoblastzelle hervorgegangene amylhaltige Zellen. Die Formbildung des Regenerates kommt aber durch Fortwachsen der verschiedenen Gewebe zustande. Nach Reed (1904) sollen freilich die Muskeln der Krebse (Cambarus) wie die übrigen Teile des Regenerates aus dem Ektoderme sich bilden, was vielleicht von der ontogenetischen Bildungsweise abweicht.

Nach Schultz (1898) zerfallen bei den Spinnen die Muskeln an der Amputationsstelle in Sarkolyten und Sarkoblasten und regenerieren sich wieder aus letzteren. Bei den Gottesanbeterinnen, als Vertretern der Insekten, fand ich ebenfalls eine Rückdifferenzierung der angeschnittenen Muskeln; ob aber die Neudifferenzierung aus dem Reste derselben oder einem ektodermalen Parenchym entsteht, blieb unentschieden (Przibram 1906 *Sphodromantis*). Die Hinterleibschichten bilden sich nach Hirschlers (1903) Untersuchungen an den Puppen des Nachtfalters Samia promethea ebenso wie in der embryonalen Entwicklung, indem abermals eine ektodermale Proktodaeumeinstülpung stattfindet [IX, 6 *b*].

Nicht zur Entstehung eines Regenerates, wohl aber zu seiner typischen Ausbildung ist in manchen Fällen das Vorhandensein eines bestimmten Teiles des Nervensystems notwendig. Nach Entfernung des optischen Ganglions wächst an Stelle des Auges bei den Crustaceen eine Antennula, also eine heteromorphotische Bildung (Herbst 1901), die demgemäß unter den Heteromorphosen (§ 10) genauer behandelt werden soll. Analoge Heteromorphosen an anderen Arthropodenanhängen dürften experimentell behandelt zu ähnlichen Deutungen führen. Hingegen sind Wilsons (1903) Versuche über eine Kontrolle der Scherenumkehr (siehe unten § 7 *a*) durch das Nervensystem nach den Untersuchungen von Brues (1904), Morgan (1904 *Notes*) und mir (Przibram 1907 *Scherenumkehr*) bloß in dem Sinne einer Wachstumshemmung bei Abwesenheit, nämlich nach Durchschneidung der Nervenleitung für den Einfluß des Nervensystems herbeiziehbar.

§ 7. Das Auftreten der sekundären Geschlechtscharaktere am Vorderbeine der als Larven operierten männlichen Wasser- und Schwimmkäfer (Hydrophilus [IX, 16 ♂], Dytiscus [IX, 19 ♂]) ist von Megušar (1907 *Koleopteren*) beobachtet (vgl. Spinnentaster ♂, § 4). Bei den Gliederfüßern kommt es jedoch so oft nicht zu einer vollständigen Wiederherstellung der verlorenen Gliedmaßen, daß Brindley (1898) den Regeneraten die Fähigkeit absprach, im Verlaufe mehrerer Häutungen ihre Gliederzahl zu vermehren. Allein schon in der älteren Literatur finden sich Notizen über eingetretene Gliedervermehrung an den regenerierenden Beinen von Stabheuschrecken (Diura — Fortnum 1845), Raupen (Vanessa) und Fühlern der Tausendfüßer (Lithobius — Newport 1847) und in neuerer Zeit sind mehrere Fälle von Gliederzunahme bei den Crustaceenantennen (Daphnia, Asellus — Przibram 1899 [V, 9 a_1—a_2], Mancasellus — Zeleny 1906 *Direction*, 1907 *Mancasellus* [V, 10 a_1—a_2], Haseman 1907 *Direction*, Eucrangonax — Haseman 1907 *Direction*, Palaemon — Herbst 1900) und Crustaceenbeinen (Mancasellus, Eucrangonax, Cambarus — Haseman 1907 *Direction*, Eupagurus — Haseman 1907 *Reversal*) zur Beschreibung gelangt.

Dabei können entweder die Endglieder schon anfangs auftreten und die weitere Abgliederung erfolgt zentripetalwärts (Antennula und Antenna von Asellus, Scherenbeine und zwei erste Schreitbeinpaare von Cambarus, Scherenbeine von Eupagurus) oder die Ausbildung schreitet zentrifugal vor, so daß das letzte

Glied zuletzt gebildet wird (zwei letzte Schreitbeinpaare von Cambarus und Schreitbeine von Eupagurus).

Bei einer weiteren Anzahl von Objekten wechselt die Abgliederungsrichtung derart, daß sie zuerst zentrifugal bis zu einem bestimmten Segmente ([x : V, 10 a] Mancasellus-, Eucrangonaxantennen, Cambarusschwimmfuß) verläuft, dieses aber dann zum Spitzensegmente wird und die noch zu bildenden zentripetal abgeschnürt werden [x_1—x_5]. Vielleicht werden die Grundglieder stets zunächst zentrifugal angelegt und entzieht sich diese Entwicklungsphase bloß durch Schnelligkeit und Verborgenheit in der Regel unserer Beobachtung.

§ 7 a. Da an der regenerierenden Antenne von Mancasellus an der Differenzierungsrichtung sich nichts ändert, wenn der Abschnitt distal des x-Gliedes, hier des sechsten von der Basis an, erfolgt war, so muß das letzte übriggelassene Glied sich zur neuen Spitze umdifferenzieren, da die Abgliederung weiterer Teile bloß zentripetal erfolgt (Haseman 1907 *Direction*).

Hiemit betreten wir das weitreichende und mannigfaltige Gebiet der Umformungen bei den Arthropoden. An dem kleinen flügellosen Insekte Orchesella cincta beobachtete Lubbock (1873) einen ähnlichen Vorgang, wenn der Fühler im zweiten Gliede amputiert wurde [VIII, 7 a]. Es wurde bloß ein neues Glied gebildet, das sich aber zu einem gestreckten Spitzengliede ausbildete [VIII, 7 a_1—a_4]. Ebenso regenerierte Tomocerus plumbeus nicht das Endsegment, aber das vorletzte erreichte eine größere Länge als normalerweise.

Kompensatorische Streckung der restierenden Tarsalglieder beobachtete Henking (1888), als er Weberknechten (Opilio) einen Teil des Tarsus amputiert hatte.

Bei den Beinen der Gottesanbeterin tritt eine Umformung des stehengebliebenen Coxalteiles ein, wenn das Hüftglied durchtrennt worden war (Przibram 1906 *Sphodromantis* [VIII, 13 a, γ]). Ähnliches bei den Gespenstheuschrecken (Bordage 1906). Bei der Imago des Warzenbeißers, Decticus verrucivorus, kommt es zur Ausgleichung eines am Larvenflügel angelegten Ausschnittes (Graber 1867 [VIII, 19 a]).

Die bisher besprochenen Umformungen betreffen bloß die unmittelbar der Verwundungsstelle anliegenden Teile. Weiter greift der Regulationsprozeß nach vollständiger Entfernung eines Hinterbeines beim Mehlwurme. Es erscheint dann am Mehlkäfer eine

Reduktion des Flügels an der operierten Körperseite (Tenebrio — Megušar 1907 *Koleopteren* [IX, 11 *c*]); zugleich ist eine Verbiegung des Abdomens nach der Verletzungsseite und eine Senkung nach der entgegengesetzten zu bemerken.

Nachdem Hübner (1902) an Eintagsfliegenlarven einige der Trachealkiemen einer Seite abgeschnitten hatte [VIII, 9 *bb*], wurden zunächst nicht nur die übrigen derselben Seite, sondern auch einige der nichtoperierten Seite reduziert [VIII, 9 *b*, *c*], um später alle regeneriert zu werden.

Als fruchtbarer Ausgangspunkt für das Studium des Einflusses einer Körperseite auf die andere hat sich die Entfernung der kleineren Schere bei gewissen, durch Scherenasymmetrie ausgezeichneten zehnfüßigen Krebsen erwiesen (Alpheus — Przibram 1900, 1901). Während alle Stammgruppen der Dekapoden und viele ihrer Ausläufer, unter ihnen auch der gemeine Flußkrebs, typischerweise der Größe und Form nach gleiche Scherenbeine rechts und links besitzen („Homoiochelie“ — Przibram 1905 *Heterochelie*), gibt es eine ganze Reihe von Arten, deren Scheren eine asymmetrische Ausbildung aufweisen („Heterochelie“). Diese Asymmetrie betrifft meistens Scheren des ersten Beinpaares, nur bei den Pontoniiden (Typton [VI, 3], Pontonia) und bei einigen Palaemoniden (vgl. Przibram 1905 *Heterochelie*, Taf. IX, Fig. 3, 4) jene des zweiten Beinpaares.

Bezeichnen wir die massivere Scherenform der einen Seite in Anlehnung an Stahr (1898) als Knoten- oder Knackschere, abgekürzt „K“-Schere, die schmächtigere als Zähnchen- oder Zwickschere, abgekürzt „Z“-Schere (Przibram 1902 *Crustaceen*), können wieder entweder die Scherenformen nativ auf einer beliebigen Seite stehen („Poterochirie“) oder es ist Rechtshändigkeit („Dexiochirie“), seltener Linkshändigkeit („Aristerochirie“) für bestimmte Arten charakteristisch. Bei Nika ist bloß rechts eine Schere, links ein Endhaken vorhanden („Dexiochelie“). Endlich kann die Heterochelie auf das männliche Geschlecht allein beschränkt sein (Palaemonarten, Gelasimus [VII, 9]) oder nur einen Teil der weiblichen Tiere (Xantho rivulosus [VII, 8]) mitumfassen oder überhaupt nur einen Teil der Männchen betreffen (Athanas nitescens). Wird nun bei einem poterochiren Krebse (Athanas nitescens ♂, Alpheus laevimanus — Przibram 1907 *Scherenumkehr*, Alpheus ruber, platyrrhynchus, dentipes [VI, 4] — Przibram 1900, 1901, 1907 *Scherenumkehr*, A. dentipes —

Zeleny 1905 *compensatory*, A. heterochelis — Wilson 1903, Typton spongicola [VI, 3], Callianassa subterranea [VI, 12] — Przibram 1907 *Scherenumkehr*) oder bei einer dexiochiren Krabbe (Carcinus maenas [VII, 6], Portunus corrugatus, P. depurator u. a. — Przibram 1907 *Scherenumkehr*) die K-Schere entfernt, so bildet sich die von der Operation gar nicht berührte Z-Schere der Gegenseite im Verlaufe der Häutungen zu einer K-Schere aus, während an Stelle der alten K-Schere eine neue Z-Schere hervorsprießt [VI, 3*a*, 4*a*, 12*a*, VII, 6*a*, 7*a*]. Die Scherenumkehr geht um so langsamer vor sich, je größer ein Krebs ist [vgl. VI 3β mit 3*a*], so daß bei Größen über 10 *mm* Carapaxlänge wenigstens vorübergehend zwei Z-Scheren vorhanden sind [VII, 6β, 8*a*]. Will man bei den dexiochiren Krabben rasch Umkehr erzielen, so werden am besten ganz junge Tiere vor Ausbildung der Heterochelie benutzt; da man sich leicht durch einen Kontrollversuch überzeugen kann, daß ohne Verlust einer Schere bloß Rechtshänder entstehen, so sind nach Entfernung der rechten noch nicht als K kenntlichen Schere alle auftretenden Linkshänder — und das sind nach ein bis drei Häutungen alle Versuchstiere — als Umkehrfälle anzusehen (Carcinus [VII, 6*a*], Portunus corrugatus).

Beim poterochiren Hummer regeneriert die entfernte K-Schere direkt (H. europaeus — Przibram 1902 *Crustaceen*, H. americanus — Morgan 1904 *Notes*). Als jedoch Emmel (1901 *Symmetry**) einen dem erwähnten Krabbenversuche ähnlichen mit ganz jungen Hummern des zweiten Stadiums anstellte, erhielt er bloß K-Scheren auf der der Operationsseite entgegengesetzten Körperseite. Da nun der Wahrscheinlichkeit nach nur die Hälfte der Hummern ohne Operation diese Stellung aufweisen sollten, scheint die Umkehr auch für den Hummer nachgewiesen. Während bei direkter K-Regeneration die sprossende Schere der Hummer bald den Differenzierungsbeginn zur K-Schere aufweist [VI, 6*a*], wird bei dem meist kleineren Skampo (Nephrops norwegicus — Przibram 1907 *Scherenumkehr*) zunächst eine zweite Z-Schere gebildet. Aber auch jüngere, kleinere Hummer zeigen nach Emmel (1906 *Torsion* [VI, 7*Z*, *K*]) anfangs recht geringe Differenzierungen des Regenerates.

Direkte Regeneration bei der ersten Häutung, unabhängig

*) Vgl. auch: The Experimental Control of Asymmetry at different Stages in the Development of the Lobster. J. of Exp. Zool. V. 471, 1908.

von der Größe der verwendeten Versuchstiere liefern die Einsiedler, mögen sie dexiochir (Eupagurus — Morgan 1904 *Notes*, vier Arten — Przibram 1907 *Scherenumkehr* [VII, 1 a, β]) oder aristerochir (Diogenes varians — Przibram 1907 *Scherenumkehr*) sein und auch bei dem poterochiren Männchen der Winkerkrabbe (Gelasimus pugilator — Zeleny 1905 *Compensatory* [VII, 9 a, α]) wurde Umkehr bislang nicht erreicht. Nach einem an Baudouin (1903, 1906) gelangten, jedoch nicht weiter beglaubigten Berichte soll Umkehr bei Gelasimus Tangeri vorkommen. Bisher haben wir die Entfernung der K-Schere in Betracht gezogen.

Nach Entfernung beider Scheren tritt meist direkte Regeneration ein [VI, 4]; doch kommt es bei jenen größeren Krebsen, welche zunächst zwei gleiche Scheren produzieren, um erst später umzukehren, auch manchmal in diesem Falle zur Ausbildung der K-Schere an der falschen Seite (Callianassa, Carcinus — Przibram 1907 *Scherenumkehr*). Entfernung der Z-Schere allein pflegt zu einer übermäßigen Entwicklung der K-Schere zu führen (Carcinus [VII, 6] — Przibram 1902 *Crustaceen*). Bei leicht autotomierenden Arten, wie Typton [VI, 3] oder Callianassa [VI, 12], vermag dann in der Regel die K-Schere ihre alte Haut nicht zu verlassen und bleibt bei der Häutung in derselben zurück [VI, 3 c_1], so daß es indirekt zu einer Scherenumkehr kommt, da die schon regenerierende Z-Schere nunmehr den Ausgangspunkt für eine neue K-Schere liefert, während die in der Häutung verlorene Schere Z-Charakter behält.

Es findet sich hier ein Fall realisiert, den Jaeger (1826, 1851) freilich unzutreffenderweise für den Hummer und ohne Verlust der K-Schere als Möglichkeit ins Auge gefaßt hatte.

Weitere Komplikationen ergeben sich, wenn Nerven der Scheren durchschnitten werden. Nach beiderseitiger Nervendurchtrennung und Amputation tritt direkte, aber verlangsamte Regeneration auf (Alpheus — Wilson 1903, Przibram 1907 *Scherenumkehr*). Werden derartige Operationskombinationen getroffen, daß nicht an beiden Scheren beide Operationen zugleich ausgeführt werden, so ist das Resultat davon abhängig, ob eine Verlangsamung zugunsten einer oder der andern Seite erreicht worden war. War nach beiderseitiger Amputation bloß der Nerv der Z-Schere durchschnitten worden, so tritt direkte Regeneration ein; hier war ja die K-Schere ohnehin im Vorsprunge. Wenn jedoch die K-Schere allein autotomiert und der Nerv der Zwick-

schere allein durchschnitten worden war, dann braucht keine Schere im Vorsprunge zu sein und es kommt nach Wilson (1903) zur beiderseitigen Ausbildung einer wenig ausgeprägten K-Schere [VI, 5 ε]. Auch durch Totalexstirpation der K-Schere läßt sich die Wachstumsgeschwindigkeit herabsetzen. Man erhält nach der ersten Häutung noch kein geformtes Regenerat an Stelle der totalexstirpierten K-Schere. An Stelle der Z-Schere wächst eine solche wieder [IV, 4 γ], falls sie autotomiert worden war, sonst wandelt sie sich in eine K-Schere um [IV, 4 δ]; auf solche Art können also Krebschen mit nur einer Schere, die Z oder K nach Wahl sein wird, erhalten werden (Alpheus — Przibram 1907 *Scherenumkehr*). Sonst heterochele Krebse mit zwei Z- oder zwei K-Scheren kommen gelegentlich als Naturfunde vor (K—K: A. dentipes — Coutière 1899, Eriphia laevimana — Przibram 1905 *Heterochelie*). Insbesondere beim Hummer sind beide Fälle bekannt (Herrick 1895). Es werden wohl alle sich aus Regeneration erklären. Wenn dies Calman (1906) bezüglich der beiderseitigen K-Schere bezweifelt, so hält ihm Emmel (1906 *Crusher*, 1907 *abnormal*) mit Recht die Ergebnisse von Versuchen entgegen, in deren Verlauf zweimal bei Regeneration beider Scheren halbwüchsiger Hummer beiderseits eine K-Schere auftrat [VI, 7 a]. Die näheren Bedingungen fordern eine weitere experimentelle Analyse; vielleicht spielt die gleichzeitige Amputation von zwei Beinen der alten Z-Seite eine Rolle. Ebenso sind noch die Bedingungen für die beiderseitige Z-Schere beim Hummer, die nach Emmel beiderseits autotomiert wieder als Z Z erscheint, noch zu bestimmen.

In Verbindung mit den Umkehrverhältnissen können auch Reduktionen auftreten. So kam es vor, daß nach Verlust des Daktylopoditen der K-Schere bei Carcinus (Przibram 1907 *Scherenumkehr* [VII, 6 b, K]) der Daktylopodit der gegenseitigen Z-Schere eine Vereinfachung erfuhr [VIII, 6 b, Z], während der Daktylopodit der K-Schere ebenfalls in einfacherer Form regenerierte.

Namentlich bei Typton [VI, 3 c_2] und Alpheus laevimanus kommt es bei ungenügender Nahrung und nach schweren Verlusten zu einer viel weitergehenden Reduktion. Es nimmt das ganze Tier bei den aufeinanderfolgenden Häutungen ab statt zu, wobei jedoch die Regeneration und Scherenumkehr vor sich geht (Przibram 1907 *Scherenumkehr*).

Kompensatorische Reduktionen homologer Körperteile beider Körperhälften beobachtete Megušar (1907 *Koleopteren*) an den Kiefern der Larve des Wasserkäfers Hydrous caraboïdes; wurde der eine, normalerweise etwas kürzere linke abgeschnitten [IX, 15 *a*], so verlor der nichtoperierte im Laufe der nächsten Häutungen eine der zwei Zähne, während der regenerierende zunächst keinen Zahn aufwies [IX, 15 a_2]. Kammerer (1907 *Imago*) sah bei seinen Versuchen über Regeneration des Fliegenflügels nach einseitigem Verluste den Flügel der Gegenseite eine Reduktion, Verkleinerung seiner Fläche, Einrollung der Ränder erleiden und so dem regenerierenden ähnlich werden [IX, 2 *b*].

In diesem Zusammenhange möge auch noch auf Zuelzers (1907) Versuche an Asseln hingewiesen werden, bei denen gleichzeitig, aber in ungleicher Höhe, abgeschnittene Fühler desselben Tieres zunächst gleiche Länge herstellten und dann erst zur normalen Größe heranwuchsen (Asellus aquaticus [V, 9 β]). Wahrscheinlich handelt es sich hier um den später (§ 8) zu besprechenden Einfluß der Schnittstelle oder Verlustgröße auf die Wachstumsgeschwindigkeit.

§ 7 *b*. Wenden wir unser Augenmerk von den Prozessen der Umformung zu jenen der echten Regeneration, so sehen wir die neusprossenden Glieder zunächst als blasse Knospen auftreten (Porcellio — Klintz 1907 usf.). Sie sind entweder spiralig zusammengerollt, wenn sie schmächtige Formen entfalten sollen, oder sogleich gerade ausgestreckt, wenn sie massiger anzulegen sind (Bordage 1899 *Spirale*). Zu den Spiralformen gehören die Fühlergeiseln vieler Crustaceen (Ligea — Herrick 1895, Homarus — Bate 1868, Brook 1887, Howes 1882), die Beine von Stabheuschrecken (Monandroptera, Rhaphiderus — Bordage 1899 *Spirale* [VIII, 14], Bacillus Rossii — Godelmann 1901, Diapheromera — Scudder 1869, Clitumnus — Sinéty 1901) und Spinnen (Trochosa — Wagner 1887 [VIII, 2 *x*]); von den geradlinigen Formen seien die Beine des Einsiedlers (Eupagurus — Morgan 1900 *Hermit* [VII, 1 *l*—*q*]) und die Scheren des Hummers (Przibram 1902 *Crustaceen* [VI, 6 *a*]) genannt. Nach Sinéty (1901) wären auch die regenerierenden Beine von Bacillus gallicus und Leptynia attenuata im Gegensatze zu den anderen genannten Stabheuschrecken geradlinig, jene von Menexenus obtusispinosus zwar schneckenförmig eingerollt, aber ganz flach.

Allmählich nehmen die Regenerate normalere Beschaffenheit an, können aber noch Stadien durchlaufen, welche ontogenetische oder phylogenetische Parallelen nahelegen und daher im folgenden Abschnitte besonders abgehandelt werden sollen.

§ 7 *c*. Bei Versuchen über die Regenerationsfähigkeit der Wasserassel (Asellus aquaticus) hatte ich die erste Antenne im dritten, die zweite im zweiten Gliede durchschnitten. Bei der nächsten Häutung waren die Antennen regeneriert, hatten jedoch weniger Glieder als die normalen der Gegenseite. Der ersten Antenne fehlten die Sinneskolben, die auf der normalen Seite am vor- und vorvorletzten Gliede ausgebildet sind. An der Spitze der zweiten Antenne (Przibram 1899) [V, 9 a_1] stehen mehr Borsten als auf der normalen Seite [V, 9 *a*]. Nach der zweiten Häutung waren auf dem vorletzten Gliede der ersten Antenne typische Sinneskolben entwickelt. Der Zustand der Endglieder entsprach nunmehr dem Stadium einer zweitägigen Assel, ebenso jener der zweiten Antenne. Es wurden also ontogenetische Stadien bei dieser Regeneration durchlaufen. An der nahe verwandten amerikanischen Wasserassel verglich Zeleny (1906 *Direction*, 1907 *Mancasellus*) [V, 10, *a*, a—a_2] genauer die Reihenfolge der Ausbildung von Gliedern der ersten Antenne bei der erstmaligen und regenerativen Entwicklung und fand weitgehende Übereinstimmung.

An den Scheren des Hummers stehen nach Emmel (1906 *Torsion*) [VI, a_1—a_2, a_1—a_3] folgende Erscheinungen bei Ontogenie und Regeneration in Parallele: zuerst steht der Daktylopodit vertikal über dem Propoditen [a_1, a_1] und dreht sich dann um 90° nach innen [a_2, a_2]; der zuerst kleinere Propodit wird später größer als der Daktylopodit; die Charaktere der großen oder K-Schere stehen bei ihrem ersten Erscheinen in der Mitte zwischen ausgebildeter Z- und K-Schere.

Die gleichen Verhältnisse gelten für die Regeneration des nahe verwandten Skampo (Nephrops — Przibram 1907 *Scherenumkehr*), dessen Ontogenese zum Vergleiche nicht genügend bekannt ist. Allgemein beobachtete ich jedoch, daß auch die direkt regenerierenden K-Scheren zunächst dem Z-Typus ähnlich sehen und auf diese Art jenes Stadium der betreffenden Krebsart rekapitulieren, auf dem die K-Schere noch nicht differenziert worden ist. Denn überall nimmt mit zunehmendem Alter erst die besondere Ausbildung der Scheren zu.

Es würde nahe liegen, die an Stelle einer K-Schere auftretende Z-Schere atavistisch deuten zu wollen. Ein richtiger Atavismus, nämlich Auftreten eines Charakterkomplexes eines Ahnen, ist jedoch das Erscheinen der hypotypen Z-Schere an Stelle einer K-Schere keineswegs. Es läßt sich dies mit vollkommener Klarheit daraus erkennen, daß die vikariierende Z-Schere nicht nur die Artcharaktere der kleinen Schere der betreffenden Art, sondern sogar auch die Individualcharaktere der kleinen Schere des verwendeten Individuums aufweist.

Die Individualcharaktere der entfernten K-Schere treten auch bei ihrer direkten Regeneration, z. B. Calianassa [VI, 12 a_1, a_2], oder bei Umkehr an der Gegenseite [VI, 12 β_1, β_2] auf (Przibram 1907 *Scherenumkehr*). So ist es in dem angeführten Beispiele des Maulwurfskrebses namentlich die Ausbildung des „Meropoditenkammes“ der K-Schere, die eine scharfe Individualunterscheidung zuläßt.

Es ist also die Heranziehung einer embryogenetischen Parallele, nicht einer phylogenetischen am Platze; die letztere ergibt sich erst indirekt aus dem biogenetischen Grundgesetze, d. h. der Wiederholung phylogenetischer Stadien in der Embryogenese.

Auch bei den homoiochelen Krebsen erscheint das Regenerat zunächst in einer verallgemeinerten Z-Form, die erst allmählich die besonderen Charaktere der Art annimmt (Przibram 1902 *Crustaceen*, 1905 *Heterochelie*, 1907 *Scherenumkehr*). Da wir paläontologisch die Entstehung aller differenzierteren Scherentypen aus einer einfachen Z-Form nachweisen können (vgl. *Heterochelie*), so können wir gemäß dem biogenetischen Grundgesetze in der Regeneration ebenfalls eine phylogenetische Parallele erblicken.

Nach Schultz (1905) regenerieren alle untersuchten Flußkrebsarten (Astacus fluviatilis [VI, 8 *b*], A. colchicus, A. Kessleri) Scheren von der Form des auch sonst als gemeinsame Stammart betrachteten A. leptodactylus [VI, 9]. Nusbaum (1907 *Flußkrebse*) fand diesen Typus auch an den wahrscheinlich durch Regeneration entstandenen überzähligen Scherenspitzen des Flußkrebses (Astacus fluviatilis).

Der älteste Hinweis auf die Rekapitulation phylogenetischer Stufen dürfte von Fritz Müller (1880) herrühren. Eine in Neubildung begriffene Schere der Garneele Atyoïda potimirim wies eine deutliche Hand auf, wie sie die verwandte Caridina stets besitzt, während für Atyoïda eine so tiefe Spaltung der

Finger charakteristisch ist, daß von einer Hand nicht viel übrig bleibt. Freilich war das genannte Regenerat noch ursprünglicher als die Caridinaschere, indem die Finger nicht löffelartig ausgehöhlt waren und am Ende nur sehr wenige ganz kurze Dornen standen.

Ein regenerierendes fünftes Bein der Atyoïda wies an Stelle der normalen ein bis zwei beweglichen Dornen am Unterrande des Schenkels drei und an Stelle des Kammes an der Unterseite des letzten Gliedes nur etwa 15 weitläufig stehende Dornen auf. Beide Anomalieen wären für das dritte oder vierte Bein der Atyoïda normal. F. Müller nimmt nun an, es habe sich das fünfte Bein aus einem ursprünglich den anderen Beinen ähnlichen entwickelt. Freilich wissen wir weder, ob nicht in jeder Individualentwicklung die Flußkrebse das Leptodactylusstadium oder die Atyoïda das Caridinastadium der Schere durchlaufen, noch ob beim Flußkrebse die Abweichung überhaupt bestehen bleibt. Für die Atyoïda gibt Müller selbst an, daß unter der Haut Dornen und Kamm in charakteristischer Form bereits lagen, um bei der nächsten Häutung das Regenerat völlig der normalen Ausbildungsstufe ähnlich zu machen.

Hingegen gelang mir für die von Richard (1893) gefundenen Schreitbeine an Stelle von dritten Maxillipeden bei Krabben (Cancer pagurus [VII, 5 *i*]) der Nachweis, daß es sich um das Sichtbarwerden phylogenetischer Stadien handle, die infolge der caenogenetischen Unterdrückung bei der Embryonalentwicklung sonst nicht zum Vorscheine kommen. Es besitzen nämlich die dritten Maxillipede der meisten kurzschwänzigen Krebse eine flachdreieckig verbreiterte Form; bei der Regeneration (Portunus holsatus, Carcinus maenas, Pilumnus pilosus, Dromia vulgaris [VII, 3 *i*], Porcellana platycheles [VII, 2 *i*], Galathea squamosa) bestanden sie aber oft zunächst aus durchaus drehrunden Gliedern, welche an jene der Schreitbeine erinnern (Przibram 1901). Von einem solchen Stadium während der Embryonalentwicklung ist mir aber nichts bekannt; hingegen finden sich zeitlebens normalerweise nicht verbreiterte und mehr runde Maxillipede bei der Stammgruppe der kurzschwänzigen Krebse, nämlich den langschwänzigen. Auch diese regenerieren übrigens in einer den Schreitbeinen noch ähnlicheren Form (Astacus — Biberhofer 1905) [VI, 8, *a*].

Einen analogen Fall liefern die zweiten Maxillipede bei der langschwänzigen Sicyonia. Im Gegensatze zu denen primitiverer

Verwandten sind sie verbreitert, aber im Regenerate zunächst rund. Sowohl beim zweiten als auch beim dritten Maxillipede handelt es sich in dem Auftreten der Schreitbeinähnlichkeit nur um ein vorübergehendes Regenerationsstadium, das nach zwei bis drei Häutungen völlig in die normale Form übergeht (Przibram 1901).

Bekanntlich entstehen alle Krebsbeine verschiedener Funktion phylo- und ontogenetisch aus gespaltenen Schwimmfüßen. Nach Autotomie beider Scherenbeine und abermaliger Entfernung des einen Scherenbeines erhielt nun Haseman (1907 *Direction*) an Stelle desselben einen Schwimmfuß (Cambarus);*) wurde (1907 *Reversal*) ein regenerierendes Scherenbein des Eupagurus longicarpus abermals durchschnitten und seitlich punkturiert, so trat an Stelle der Scherenbildung eine einfache Spitze wie bei einem Schreitbeine. Dasselbe hatte ich bei Nika edulis (Przibram 1901) beobachtet, als eine regenerierte rechte Schere dieser dexiochelen Art abermals, und zwar unterhalb der Autotomiestelle exstirpiert worden war.

Erwähnen wir noch, daß Andrews (1906) das am Weibchen von Cambarus affinis exstirpierte Sperma-Receptaculum nach der Reifehäutung in normaler Größe, aber larvaler Ausbildung wieder erscheinen sah, so können wir die biogenetischen Parallelen bei den Krebstieren verlassen und uns zu jenen bei den Spinnentieren wenden.

Dohrn (1881) entfernte an einem Männchen des Pantopoden Ammothea fibulifera die komplizierte sechste Extremität bis auf zwei Glieder; bei der nächsten Häutung wurden die Dornen dieser Glieder mitabgeworfen und es entstand eine neungliedrige Extremität, welche durchaus um ein Stadium tiefer differenziert war.

Die Dimensionen und Bewaffnung der Tarsen war larvenmäßig; auch die an der Extremität normalerweise auszubildende Geschlechtsöffnung, die sekundären Organe und Kittdrüsen brauchten eine weitere Häutung zur Ausbildung.

Ich erinnere an das ähnliche Verhalten der als Kopulationsorgane ausgebildeten Taster der männlichen echten Spinnen (vgl. § 4).

Bei Tegenarien fehlt nach der ersten Häutung noch der Stachelbesatz an regenerierenden Beinen, während die Behaarung schon vorhanden ist (Friedrich 1906).

---

*) Neuerdings habe ich bei Gelasimus pugnax nach Totalexstirpation einer Schere wahrscheinlich vorübergehend Spaltfüße erhalten (vgl. Sitz.-Ber. morph. phys. Ges. Wien vom 23. Juni **1908** im Physiolog. Zentralblatt).

Obzwar die regenerierenden Klauen der Kreuzspinne oft weniger Zähne besitzen [VIII, $4a_1$], als die ursprünglichen [VIII, $4a$], so läßt sich hieraus nach Schultz (1898) doch keine Zurückführung auf die Drassiden und Lycosiden mit normalerweise weniger Zähnen erschließen, weil gelegentlich die Regenerate auch eine übergroße Zahl ausbilden.

Bei einem ungeflügelten Insekte, Isotoma sensibilis, fand Carl (1899) einen abnormen, wahrscheinlich regenerierten Springgabelast, der bis zu einem gewissen Grade dem normalen der verwandten Isotoma palustris ähnelte.

Eine große phylogenetische Bedeutung schreiben Bordage (1897, 1899 *Tetramerie,* 1905), Giard (1897) und Weismann (1899) der Regeneration von vier an Stelle von fünf Tarsengliedern bei den Geradeflüglern zu, weil die ältesten Insektengruppen, die lebenden Apterygogeneen und die fossilen von Brongniart (1893) beschriebenen Formen (Neuroptera?) normal vier Glieder aufweisen.*)

Die vier Tarsenglieder am regenerierenden Beine der Blattiden [VIII, 12] sind nicht ohne weiteres durch Ausfall eines bestimmten Gliedes zu erklären (Brindley 1897, 1898), doch möchte ich auf die Wahrscheinlichkeit sekundärer Kompensationsbestrebungen hinweisen, die auf die Herstellung normaler Länge bei Ausfall eines Gliedes hinzielen.

Brindleys Versuche an Blattiden beziehen sich auf Stylopyga orientalis, Bordages (1905) auf Panchlora maderae; außerdem sind eine große Anzahl viertarsiger Regenerate als Naturfunde bekannt (Blabera — Brisout 1848, Blatta — Brisout 1848, Marshall 1845, Panesthia — Brisout 1848, Newport 1847, Periplaneta — Brindley 1897, 1898, Brisout 1848, Phyllodromia — Brindley 1897). Die hauptsächlichsten Versuchstiere Bordages (1897, 1905) waren jedoch Stabheuschrecken (Monandroptera [VIII, 14], Rhaphiderus), das wandelnde Blatt (Phyllium 1899 *Soudure*) [VIII, 15] und zwei Fangheuschrecken (Mantis prasina und pustulosa — 1899 *Tetramerie*). Derselbe Autor (1900) beobachtete auch Exemplare mit viertarsigem Beine an den Phasmiden Anchiale, Acanthoderus, Lopaphus, Diura, Cyphocrania, Bacteria, Diapheromera. Die letztgenannte Gattung hatte bereits Scudder (1869) zu Versuchen verwendet und den

*) Nach Mayer, Ontogenie und Phylogenie der Insekten, Jena 1876, wäre freilich die Stammform 5-gliedrig.

Ausfall eines Gliedes, des vierten, beobachtet. Nach Bordage haben noch Godelmann (1901) an Bacillus Rossii [VIII, 16] und ich an zwei Mantiden die Viergliedrigkeit der Regenerate bestätigt gefunden (Przibram 1906 *Sphodromantis* [VIII, 13]; 1907 *Mantis*). In bezug auf die phylogenetische Deutung ist Vorsicht geboten, wenn wir in vereinzelten Fällen (Bordage 1900 *Protection*) auch sechsgliedrige Tarsen erscheinen sehen, in anderen, namentlich nach Abschnitt an distalen Tibiateilen (Bordage 1898) nur zwei- bis viergliedrige.

Verminderung der Gliederzahl kommt auch in anderen Insektengruppen bei Tarsen (Gryllus capensis 3 statt 4 — Bordage 1899 *Antérieurs*, Libelle Anax formosa 1 statt 3 — Ost 1906 *Arthropoden*, Schwammspinner Liparis dispar — Chapman 1900, Schwimmkäfer [IX, 7 β] Dytiscus marginalis — Megušar 1907 *Koleopteren*) oder Antennen vor (Collembolen — Degeer 1740, zahlreiche Naturfunde: Lubbock 1873 [VIII, 7]; Hemipteren: Sehirus, Tropicoris; Alydus; Calyptonotus, Scolopostethus, Peritrechus, Drymus, Rhyparochromus, Hypnophilus, Stygnocoris, Nysius, Ischnodemus — Douglas 1865—1866, Eremecoris — Douglas 1876, Aëpophilus — Douglas 1895 [VIII, 21]; Orthopteren: Gomphocerus sibiricus — Griffini 1896 *Acrididi*).

Vielleicht sind alle diese defektiven Regenerationen darauf zurückzuführen, daß zuerst die Spitzenteile, also Krallen und Endglied angelegt werden (Tornier 1900) und die Abgliederung nicht zu Ende fortschreitet. Ob die Abgliederungsreihenfolge bei der Regeneration — laut Megušar (1907 *Koleopteren*) würden nach Anlage der Spitze die übrigen Abgliederungen zentrifugal erfolgen — mit der Embryonalentwicklung übereinstimmt, ist mir nicht bekannt. Wäre dies der Fall, so könnten wir es, ähnlich wie bei den Maxillipeden der Krabben, mit sichtbar gewordenen, in der Ontogenie stark abgekürzten Stadien zu tun haben.

Eine Parallele zwischen erst- und zweitmaliger Ausbildung bietet mit Sicherheit die Färbung der Beinregenerate bei Phasmiden und Mantiden. Monandroptera inuncans und Rhaphiderus scabrosus sind grau mit dunkler Scheckung an den Beinen [VIII, 14]. Die regenerierenden Beine erscheinen jedoch zunächst grau ohne Scheckung (Bordage 1897 *Autotomie*, 1905). Bei anderen Stabheuschrecken und auch bei Gottesanbeterinnen kann die braune oder grüne Farbe eines Exemplares mehrfach in der Entwicklung abwechseln; regenerierende Beine weisen zunächst die Farbe des

früheren Stadiums auf, so daß an braunen Tieren grüne, an grünen braune Regenerate auftreten können (Przibram 1906 *Sphodromantis*).

Bei Grylliden und Locustiden fehlt am Regenerate der Vorderbeine des Männchens das Tympanalorgan (Bordage 1899 *Antérieurs*). Griffini (1898) fand ein Männchen der Locustide Platyphyllum Regimbartii [VIII, 20], dessen eines Vorderbein glatt war und der Tympanalöffnung entbehrte [VIII, 20 *a*]; die Tarsen waren undeutlich getrennt und die Klauen klein; es sollen dies jedoch keine larvalen Charaktere sein.

Derselbe Autor erhielt (1896 *Pristes*) einen Pristes tuberosus [VIII, 17], dessen linkes Hinterbein von der Coxa an viel kleiner, heller, glatt und zylindrisch war; am letzten Tarsengliede fehlten die „Blätter"; wahrscheinlich handelt es sich um ein hypotypes Regenerat; ähnliches gilt von einer Oedipoda miniata (Griffini 1896 *Acrididi*). Geringere Größe und abweichende Bedornung kennzeichneten auch ein Mittelbein von Adapantus transmarinus als Regenerat (Griffini 1906).

Die Einbuchtung am Grunde des Vorderbeines von Monandroptera entsteht nach Bordage (1905) in der Regeneration, ebenso in der Embryonalentwicklung durch direkte Modellierung an der vorspringenden Wange der Schrecke. Bei Libellenlarven (Agrion) erhielten Child und Young (1903) von verschiedenen Querschnitten aus [VIII, 8] Regeneration.

Im allgemeinen wurden zuerst die Tarsalklauen und dann die drei Glieder zentrifugal ausgebildet [VIII, 8 β, β_1], was im Zusammenhange stehen soll mit der Anheftung der Sehnen. Nach Schnitten proximal der Tibia und manchmal auch durch deren proximales Drittel wurden keine Klauengelenke ausgebildet, wahrscheinlich weil bei Neubildung der Klauenmuskeln diese sich mit Flexor oder Extensor des Tarsus frühzeitig verbinden; nach Schnitten durch zwei Drittel der Tibia erscheint später doch ein Gelenk, weil hier die alten, noch teilweise vorhandenen Klauenmuskeln wieder auswachsen. Der beim Imago am normalen Tarsus [VIII, 8 J] nicht weit von der Spitze vorhandene Zahn, welcher der Nymphe fehlt, tritt bei den Tarsalklauen ohne Gelenk nicht auf. Mir scheinen die von Bordage und Child angenommenen Abhängigkeiten nicht nachgewiesen; eine genaue Kenntnis der Embryogenese würde vielleicht unabhängige Differenzierung ergeben.

Von Extremitäten abgesehen, wäre bei der Neubildung der letzten Körpersegmente am Mehlkäfer [IX, 11 *a*] ein Hinweis auf eine ältere phyletische Form in der terminalen Lagerung der sonst ventralen Afteröffnung zu finden; allein selbst der Entdecker dieser Erscheinung, Megušar (1907 *Koleopteren*) hält eine direkte mechanische Ursache für wahrscheinlicher. Eher sei die Vermehrung von Segmenten, die auch an Godelmanns (1901) Abbildung von Bacillus [VIII, 16 a_1—a_3] ersichtlich, auf die vor der Verschmelzung mehrerer Segmente zu dem komplizierten Endsegmente der heutigen Form bestandene Ausbildung zu beziehen.

§ 8. Die zur Regeneration benötigte Zeit ist bei den Arthropoden eine sehr verschiedene; sie schwankt von wenigen Tagen bei kleinen Entomostraken (Daphnidae — Przibram 1899) bis zu zwei Jahren und wahrscheinlich auch länger bei den großen Dekapoden Crustaceen, z. B. dem Hummer (vgl. Przibram 1901 *Crustaceen*, 1905 *Heterochelie*). Kleinere Hummer von 18 *cm* erreichen normale Größe der Scherenregenerate in 16—18 Monaten (Brook 1887), noch jüngere des 4. oder 5. Stadiums in 14 Tagen im Laufe von ein bis zwei Häutungsperioden (Herrick 1895). Flußkrebse (Astacus — Chantran 1871) im ersten Jahre vollenden Scherenregenerate in 70 Tagen, geschlechtsreife Weibchen brauchen 3—4, Männchen 1½—2 Jahre, was mit der größeren Häutungszahl der letzteren zusammenhängt. Rascher als die übrigen Anhänge regenerieren die Antennen, nämlich von einer Häutung zur andern (Homarus — Bate 1868, Astacus — Chantran 1871, Asellus — Zuelzer 1907). Nach Morgan (1898 *Liability*) regenerieren die Abdominalanhänge der Einsiedlerkrebse langsamer als die übrigen Extremitäten, jedoch gleich rasch bei Männchen und Weibchen, obzwar bei letzteren zur Unterbringung der Eier notwendiger. Die Schwanzfäden des Apus regenerieren in drei (Meier 1906) oder vier (Rabes 1907) Wochen bis zur normalen Länge. Zahlreiche genaue Zeitangaben über Regenerationsdauer finden sich in den Versuchsprotokollen über Crustaceen bei Emmel, Haseman, Herbst, Hübner, Klintz, Morgan, Ost, Przibram, Steele, Zeleny, Zuelzer u. a. m., über Myriapoden bei Newport, über Arachniden bei Blackwall, Friedrich, Wagner u. a. m., über Hexapoden bei Bordage, Brindley, Godelmann, Kammerer, Kellogg, Megušar, Newport, Przibram, Tornier, Werber usf.

Den beschleunigenden Einfluß erhöhter Temperatur haben Réaumur (1712, 1753), Herrick (1896) und Herbst (1896, 1900) für Dekapoden, Przibram (1899) für Entomostraken, Klintz (1907) für Porcellio hervorgehoben. Auf denselben Faktor dürfte der günstige Verlauf der Frühjahrsversuche von Steele (1904) an Dekapoden und der Sommerversuche von Godelmann (1901) an Bacillus beruhen. Vielleicht spielte bei dem ungünstigeren Erfolge im Winter auch der Nahrungsmangel mit, da Hunger und Durst nach Bordage (1905) die Regeneration solcher Tiere verlangsamen. Niedrige Temperatur und zu große Feuchtigkeit fand Newport (1847) im allgemeinen für die Regeneration der Landtiere ungünstig. Weiß (1907) erzielte ein rascheres Fortschreiten der Regeneration an der Wasserspinne durch Haltung auf dem Lande.

Der hemmende Faktor scheint jedoch nicht im Wasser, sondern in einem Nebenumstande der Versuche, vielleicht ungenügende Durchlüftung, gelegen zu sein, da neuerdings Oppenheim*) auch im Wasser die Regeneration fortschreiten sah. Hingegen hängt die geringe Regenerationsgeschwindigkeit der Argyroneta höchstwahrscheinlich mit der geringen Anzahl von Häutungen dieser Spinnenart zusammen, 4 gegenüber 8—10 bei Landbewohnern. Analog verhalten sich ja auch die Wasserkäfer gegenüber den landbewohnenden Käfern nach Megušar (1907 *Koleopteren*).

Die große Rolle, welche die Häutungen für die Regenerationsgeschwindigkeit besitzen, geht weiters aus den Angaben Brindleys (1898) über Blattiden, Zelenys (1905 *Relation*) über Crustaceen hervor, nach welchem die Regeneratgröße bei der nächsten Häutung unabhängig von der Zeit ist. Trat bei Stylopyga in 43 oder 106 und mehr Tagen erst die Häutung ein, das Regenerat wies die gleiche Länge auf, ebenso bei Cambarus nach 57 bis 181 Tagen.

Der Eintritt der Häutung kann durch die Operation in seinem Zeitpunkt eine Änderung erleiden: so beobachteten Dewitz (1890) und Hübner (1902) bei Ephemeriden Häutungsbeschleunigung nach Amputationen, letzterer auch bei Daphniden. Zum Nachteile der Gespenstheuschrecken sah Godelmann (1901) bei Bacillus verfrühte Häutung nach Operation eintreten. Hin-

*) S. Oppenheim, Regeneration und Autotomie bei Spinnen. Zool. Anzeiger XXXIII, **1908**.

gegen verzögerte sich bei Spinnen nach Friedrich (1906) die Häutung durch Hunger oder Amputationen, nach Newport (1847) die Umwandlung der Schmetterlinge durch Amputation an der Raupe.

Doch erst Zeleny (1905 *Compensatory*) hat genauere Versuche ausgeführt. Es zeigte sich, daß bei Entfernung beider Scheren an der Krabbe Gelasimus oder an dem Pistolenkrebschen Alpheus die nächste Häutung rascher eintrat als nach Entfernung bloß einer Schere, und daß in derselben Zeit jedes der beiderseitigen Regenerate eine bedeutendere Länge erreicht hatte als das einseitige (vgl. auch Ellis 1907). Da die Versuche an den genannten Arten durch die Heterochelie kompliziert waren, zog Zeleny (1905 *Degree, Relation*) den homoïochelen Cambarus zu weiteren Versuchen heran und entfernte, um noch größere Unterschiede zu erhalten, bei den beiderseits der Scheren beraubten Krebsen auch noch die zwei letzten Schreitbeinpaare. Wieder zeigte sich die nächste und namentlich die zweitnächste Häutung bei den stärker verletzten stärker beschleunigt.

Emmel (1906 *Relation*) fand hingegen bei Hummerlarven die Häutung nur dann beschleunigt, wenn keine Regeneration bei der ersten Häutung eintrat, also, von einigen abnormen Fällen abgesehen, dann, wenn die Operation kurz vor der zu erwartenden Häutung ausgeführt wurde. War hingegen die Operation (Entfernung beider Scheren) kurz nach einer Häutung ausgeführt worden, so wurde die nächste Häutung um so mehr verzögert, je länger nach der ersten beobachteten Häutung operiert worden war.

Die auf den ersten Blick sich widersprechenden Angaben Zelenys und Emmels erfahren bis zu einem gewissen Grade eine Aufklärung durch M. Zuelzers (1907) Versuche an Wasserasseln, denen die langen Fühler, mehrere Beine und die Furkaläste amputiert worden waren. Wie in Emmels Versuchen zeigte sich die nächste Häutung bei Operation längere Zeit nach der Häutung nur beschleunigt, wenn noch keine Regeneration bei ihr zum Vorscheine kam, sonst zeigte sich eine Verzögerung, die um so mehr zunahm, je längere Zeit seit der letzten Häutung operiert worden war. Wohl aber waren die weiteren Häutungen gerade in diesen Fällen gegenüber den normalen unoperierten Kontrolletieren beschleunigt. Es liegt also nahe anzunehmen, daß Emmel die Beschleunigung auch erhalten hätte, wenn er mehr als eine Häutung nach der Operation weiter beobachtet hätte.

Anderseits erhielt Zuelzer stets Beschleunigung schon bei der nächsten Häutung, wenn Asseln am Tage der Häutung selbst oder kurz darauf operiert worden waren, wobei Regenerate zum Vorschein kamen. Es dürfte also Zeleny vorwiegend kürzere Zeit nach einer Häutung operiert haben*) — auf die normale Häutungsperiode seiner Krebse hatte er keine Rücksicht genommen — und hätte sonst wohl auch Verzögerungsfälle erhalten.

Mit der rascheren Regeneration nach größerem Verluste hängt vielleicht die bei Zuelzers Asseln beobachtete rasche Ausgleichung der Fühler zusammen, wenn dieselben in ungleicher Länge amputiert worden waren [V, 9 β].

Nach Klintz (1905) ist bei der Antenne von Porcellio die Regenerationsgeschwindigkeit von der Schnittstelle unabhängig. Total exstirpierte Gliedmaßen der Crustaceen (Przibram 1900), Gottesanbeterinnen (Przibram 1905 *Sphrodromantis*) und Käferlarven (Megušar 1907 *Koleopteren*) wachsen langsamer als autotomierte oder sonst distal amputierte.

Wiederholte Regeneration beobachtete Godelmann (1901) an den Beinen von Bacillus. Nach Autotomie pflegte die Regeneration viel vollkommener als nach sonstiger Operation zu verlaufen. Bei einer jungen Larve war ein rechtes vorderes Bein bei der ersten Häutung verloren, bei der nächsten Häutung in 14 Tagen mit vier an Stelle von fünf Tarsen regeneriert worden; nach einer weiteren Häutung, 12 Tage später, bildete es ausnahmsweise ein fünftes Glied aus. Abermals autotomiert, regenerierte es am Imago einen bloß dreigliedrigen Tarsus. Die Verminderung der Tarsenzahl bei abermaligem Verluste ist die Regel. Zuelzer (1907) fand hingegen bei ihren Asseln nach wiederholter Amputation Steigerung der Häutungsbeschleunigung und Auftreten von hypertrophischen Regeneraten der Fühler, Beine und Furkaläste [V, 9 *b*].

§ 9. Polare Heteromorphosen in dem Sinne, daß an Stelle eines Kopfes ein Schwanzteil oder umgekehrt gewachsen wäre, sind bei den Gliederfüßern nicht bekannt. Abgesehen von dem einer weiteren Untersuchung bedürftigen gegliederten Anhange an Stelle der hinteren Körperhälfte bei den Pantopoden Phoxi-

---

*) Bei Cambarus häutete das schnellsthäutende stark operierte Tier 27 Tage, das analoge schwächer operierte 57 Tage nach der Operation. Es fehlen Zwischenglieder zwischen diesen und Tieren, welche ohne Regeneration einen, respektive drei Tage nach Versuchsaufstellung häuteten.

chilidium (Loeb 1896) betreffen alle Heteromorphosen der Arthropoden die Anhänge allein.

Eine ganze Reihe homöotischer Heteromorphosen (Bateson 1894) wurden in der Natur gefunden. Zunächst sei das Wachstum eines den Endabschnitten der ersten Antenne entsprechenden Anhanges an Stelle eines Auges bei Krebsen erwähnt (Astacus — Hofer 1893, Palinurus — Howes 1887 [VI, 11 *i*], Ariola 1903, 1904). Schon Chantran (1873) hatte die Entstehung zweizipfeliger Anhänge an Stelle abgeschnittener Augen des Flußkrebses bemerkt. Herbst (1896 *1. Mitt.*) erhielt hörnchenartige, ohne oder mit Haaren besetzte Gebilde, oder auch gegliederte Anhänge zunächst an der Krevette (Palaemon — [VI, 1 h_1, h_2]), dann auch (*2. Mitt.*) an Sicyonia [VI, 2 *h*], endlich (1900) an Palaemonetes, Astacus [VI, 11 *h*], Palinurus [VI, 11], Scyllarus [VI, 10 *h*] und Eupagurus. Die Heteromorphosen entstanden nur, wenn das Auge unterhalb des im Stiele liegenden Ganglions abgeschnitten worden war, sonst wuchsen wieder Augen. Das gleiche bestätigte Morgan (1898 *Liability*) für Eupagurus. Daß tatsächlich die Entfernung des Ganglion, nicht die sonstige Schnittführung maßgebend ist, bewies Herbst noch auf zweierlei Art. Erstens entstanden (1900) bei Porcellana, Krabbenarten, deren Augenganglion nicht in den Stiel hineinreicht, auch nach gänzlichem Abschnitte des Auges keine Heteromorphosen.

Zweitens zerstörte Herbst (1901) bei Palinurus und Palaemon das Ganglion unter Erhaltung der Stielwand und erhielt nun Heteromorphosen, die ähnlich den Naturfunden aus einer teilweise erhaltenen Augenanlage sproßten [VI, 1 *i*, 11 *h*]. Histologische Untersuchungen von Heteromorphosen bei Eupagurus, Crangon und Cambarus gracilis von Steele (1904, 1907) bringen nicht viel Neues. Zeleny (1906 *Blind*) beobachtete das Auftreten der Heteromorphose auch nach Entfernung der rudimentären Augenanlage des blinden Cambarus pellucidus. Wurde an Sicyonia die erste Antenne einschließlich ihrer Basis mit dem „Otolithen“ [VI, 2] und im Zusammenhange mit dem ganzen Auge entfernt, so bildete sich die erste Antenne samt Otolith wieder, an Stelle des Auges aber wuchs eine kleine Heteromorphose (Przibram 1901) [VI, 21] ohne Otolith. Der letztere fehlt allen an Stelle von Augen gewachsenen ersten Antennen, auch dann, wenn sie nach Herbsts Beobachtungen (1900) ihre Gliederzahl und sonstige Ausbildung vervollständigten.

Gegen die Deutung dieser Heteromorphosen als Atavismen wendet sich Herbst wohl mit Recht, da ja nicht eine übrigens nicht nachweisbare alte Antennenform an Stelle des Auges auftritt, sondern eine Gliedmasse mit den Artcharakteren der betreffenden Arten (vgl. die zitierten Figuren!).

An Stelle von Maxillipeden kommen bei Krabben (Cancer pagurus) schreitbeinähnliche oder scherenbeinähnliche Endopoditen in der Natur vor. Die von Richard (1893) abgebildeten schreitbeinähnlichen Gebilde [VII, 5 *i*] haben sich, wie oben (§ 7 *c*) erwähnt als Durchgangsstadien erwiesen. Hingegen dürften die scherenartigen, von Cornish (1884) und Bateson (1890, 1894) [VII, 5 *h*] beschriebenen wahre Heteromorphosen darstellen. Es ist bisher noch nicht gelungen, dieselben nachzuahmen, bloß einmal erhielt ich gelegentlich anderer Versuche eine gewisse Scherenähnlichkeit an dem Maxillipede der Dromia [VII, 3 *h*], ohne eine bestimmte Operationsart verantwortlich machen zu können (Przibram 1901).

Eine schreitbeinartige Bildung an Stelle von Scherenbeinen wies eine Nika auf, als die bekanntlich bloß links stehende regenerierte Schere abermals, und zwar durch eine noch tiefer eindringende Schnittführung exstirpiert worden war (Przibram 1901). Als Haseman (1907 *Direction*) einen Cambarus beider Scherenbeine beraubt und das Regenerat des rechten abermals entfernt hatte, wuchs links ein Schreitbein, rechts aber ein Schwimmfuß, der mit Haaren besetzt war. Wurden von demselben Beobachter (1907 *Reversal*) regenerierende Scheren des Einsiedlerkrebses Eupagurus longicarpus quer durchschnitten und außerdem punkturiert, so unterblieb ebenfalls die Scherenbildung. Diese Operationsarten kehren die Differenzierungsrichtung um und Haseman sieht hierin den Grund für das Unterbleiben der Scherenbildung, weil die Schere im Gegensatze zum Schreitbeine zentripetal regenerieren müsse. Das definitive Schicksal der Hasemanschen Heteromorphosen ist jedoch nicht bekannt. Bethe (1896) beschreibt einen Carcinus maenas mit einem rechten Schreitbein an der linken Seite des Abdomens; sein Nerv hing mit der Ganglienmasse des Cephalothorax zusammen. Es ist die einzige bei Crustaceen bekannte Zusatzheteromorphose, deren wir bei den Insekten eine Anzahl kennen lernen werden.

Bei Tausendfüßern und Spinnen sind homöotische Heteromorphosen nicht bekannt. Unter den Insekten zeigen besonders

Schmetterlinge und Hautflügler Neigung zum Ersatz eines Anhanges durch einen andern. So ist eine Blattwespe, Cimbex axillaris, mit ausgebildetem Fuße an einer Antenne (Kraatz 1876 [IX, 10]), eine analoge Hummel, Bombus variabilis (Kriechbaumer 1889) und ein analoges Widderchen (Klemensiewicz 1900) bekannt. Vielleicht gehört auch der von Tornier (1901) beschriebene „krallenartige Zapfen“ als Regenerat einer sieben Tage vor der Verpuppung bis auf vier Glieder amputierten Mehlkäferantenne hierher, sowie die von Doumerc (1834) beschriebenen Fühlermißbildungen an Bombus agrorum.

Ob Flügel an Stelle von Beinen stehen können und umgekehrt ist fraglich. Den zur letzteren Kategorie gehörigen Fall eines Lederbockes Prionus mit Beinpaar an Stelle der Flügeldecken (Saage 1839) hält Bateson (1894) für zweifelhaft; zur ersteren Kategorie würde die von Richardson (1891) [IX, 8] erwähnte Zygaena filipendulae mit fünf Flügeln und fünf Beinen gehören, wenn tatsächlich der überzählige Flügel an Stelle des fehlenden Beines steht, was aber ohne Zergliederung des einzigen Stückes nicht mit Sicherheit zu konstatieren ist. Es kann sich sonst auch sehr leicht um Unterdrückung des Beines durch eine Flügeldoppelbildung handeln (vgl. oben § 7 *a*). Endlich könnte es sich um eine Zusatzheteromorphose handeln. Es kommt nämlich bei Insekten, wie es scheint namentlich bei Zweiflüglern, vor, daß auf einem Körperteile neben den normalen Teilen sich noch ein fremdes Organ befindet. (Analoge Fälle bei Wirbeltieren hat man als „Heterotopie“ bezeichnet; vgl. Kap. VIII, § 9.) So fand Wheeler (1896) einen Dilophus tibialis mit einer Antenne auf einem Vorderbeine [IX, 4], Gercke (1886) eine Palloptera ustulata mit einer senkrechten Flügelschuppe auf dem Thorakalrücken [IX, 3]. Vielleicht war auch das von Jacobs (1881) beschriebene Zusatzgebilde auf einem Fühler der Blattwespe Tenthredopsis nassuta eher ein rudimentäres Bein als ein zweiter Fühler, da es eine vom normalen abweichende Gliederung und Farbe aufwies.

Mit Verstümmelungs- und folgenden Regenerationsprozessen dürfte auch das Erhaltenbleiben von Raupenfüßen an einer Puppe (Hyalurga vinula — Dewitz 1879 *Bauchfüße*) zusammenhängen. Das Heraushängen eines Ameisenfußes aus einer Larvenhaut (Atta insularis — Dewitz 1879 *Atta*) und das Vorkommen von Antennen und Beinen des Schmetterlings an der Raupe

(Melanippe montanata — Jones 1883) als Gegenstück müssen auf einer allgemeinen Entwicklungshemmung beruhen.

§ 9 *a*. Außer den bleibenden Heteromorphosen gibt es bei den Arthropoden gelegentlich abnorme Gebilde, deren genaue Deutung nicht ganz klar ist, die aber wahrscheinlich bloß rudimentäre Ansätze zu normalen Gebilden darstellen und mit der nächsten Häutung abgeworfen werden. Solche „Präliminargebilde" sind von mir an den Ruderantennen von Daphniden (Przibram 1896, 1899 [V, 3 $a_1 - a_2$]) beobachtet worden. Sie werden durch normale Gebilde ersetzt. In neuester Zeit hat S. Oppenheim*) an der „Segmentregeneration bei Ephemeridenlarven" analoge Erscheinungen zu Gesichte bekommen (vgl. auch „exuviale Autotomie" § 2).

§ 10 *a*. Schräge Regenerationskegel oder Regenerate als Folgen schiefen Schnittes wurden an den Ruderantennen der Daphniden (Przibram 1899) [V, 3 *g*], am Schenkel der Eintagsfliegenlarve Chloëon (Hübner 1802) [VIII, 9 *a*], an den Fühlern des Mehlkäfers (Tornier 1901) beobachtet. Graber (1867) erhielt durch wiederholten Abschnitt an verschiedenen Stellen zickzackförmig geknickte Fühler beim Heupferde, Locusta viridissima [VIII, 18]. Bei Phyllium (Bordage 1898) und Bacillus (Godelmann 1901) führte ein schiefer Abschnitt des Tarsus nicht zu schrägen Bildungen, sondern zum Abwurf und normaler Wiederbildung von der präformierten Bruchstelle hinter dem zweiten Gliede an.

§ 10 *b*. Überzählige Anhänge kommen bei den Arthropoden verhältnismäßig häufig vor und folgen mehreren, meist scharf von einander geschiedenen Regeln. Beginnen wir mit einer Gruppe, die auch die Zusatzheteromorphosen umfassen würde, nämlich einzelne überzählige Anhänge als Zusätze zu den sonst unberührten normalen Gebilden, so finden wir außer den schon bei jenen besprochenen Fällen fast nur überzählige Flügel bei Schmetterlingen, die entweder als Vorderflügel vor oder hinter einem Vorderflügel oder als Hinterflügel analogerweise zu einem Hinterflügel am Thorax eingelenkt sind (Chalcosia venosa — Hampson 1900, Bombyx quercus, Lycaena Icarus — Honrath 1888, Saturnia carpini — Mason 1888, Limenitis populi — Roeber 1884, Orthosia laevis — Treitschke, Pygaera anastomosis — Ochsenheimer, Naenia typica — Neustädt, Cra-

*) Zoolog. Anz. XXXIII., 72—77, Fig. 1—6, **1908**.

teronyx dumi — Wiskott, Zygaena minos — Rogenhofer 1883, Bombyx rubi — Speyer 1888, Samia cecropia — Strecker 1885). Eine ähnliche Bildung an den Elytren eines Käfers, Pterostichus striola, beschrieb Klingelhöffer (1844).

Bateson (1894) führt eine Holzwespe, Tenthredo ignobilis, mit überzähligem Beine zwischen linkem ersten und zweiten Beine am Prothorax an; er mußte es selbst bei Untersuchung des Exemplares unentschieden lassen, ob es sich um ein Bein mit der Symmetrie derselben oder der Gegenseite handelt; ähnlich spricht er sich über einen von Germar beschriebenen Schnellkäfer, Elater variabilis, mit zwei rechten Vorderbeinen aus. Nach der Abbildung von Asmuss (1835) scheint jedoch bei einem andern Schnellkäfer, Agriotes obscurus, tatsächlich ein Fall von zwei hintereinander stehenden rechten Vorderbeinen vorzuliegen. Aber auch hier könnte es sich um eine Längsspaltung einer Gliedmaße einschließlich der Coxa handeln. Hiermit würden wir schon die überzähligen Zusatzbildungen der ersten Gruppe — deren Entstehung experimentell nicht aufgeklärt ist — verlassen und die zweite Gruppe: Doppelbildungen mit sekundärsymmetrischer Ausbildung der beiden Spalthälften in Betracht zu ziehen haben.

Mehrfach sind Spaltungen an den Spitzen der Krebsscheren, entweder am Daktylopoditen (Astacus fluviatilis — Jaeger 1826, 1851) oder am Propoditen (Astacus torrentium — Eser 1863, Xantho punctulatus — Herklots 1871, Lupa diacantha — Lucas 1843) oder an beiden (Cancer pagurus — Bateson 1894, Homarus americanus — Faxon 1881, Callinectes sapidus — Rathbun 1896) in der Natur gefunden worden. Die regenerative Entstehung dieser Doppelbildungen bei den Crustaceen sind nicht nur für die Scheren, sondern auch für andere Körperteile experimentell bewiesen. Doppelbildungen des Daktylopoditen nach Verletzung im Aquarium beobachtete ich an einem Portunus holsatus (Przibram 1902 *Crustaceen*) und konnte durch Spaltung der Regenerationsknospe eines Schreitbeines von Carcinus eine Doppelbildung [VII, 6 *f*] erzielen. Zwei Beinregenerate an Stelle eines einzigen erhielt Reed (1904) durch Spaltung des Nerven nach Autotomie bei Eupagurus, zwei bis zum Carpopoditen verwachsene, gut ausgebildete Scheren Zeleny (1905 *Double*) [VII, 10 *f*] durch Verletzung des Nerven mit einer Nadel bei Gelasimus. Doppelte Otolithen in einem Schwanzfache von Mysis

[V, 12 *f*] kamen nach einer Operation zustande (Przibram 1901). Umgekehrt kann aus dem Vorkommen von Doppelbildungen am Schwanze des Mollukkenkrebses (Packard 1872, Smith 1904) und von Skorpionen (Euscorpio germanicus — Pavesi 1881, Palamnaeus borneensis — Bateson 1894) auf die Regenerationsfähigkeit dieser Tiere geschlossen werden.

Bei Insekten hat Bateson (1894) 110 Naturfunde doppelter Teile zusammengestellt, bemerkt aber, daß es bei keinem einzigen ganz sicher ist, ob er nicht zu der weiteren Gruppe, jener der Dreifachbildungen, gehört, der eine Ast nämlich als Verschmelzung aus zwei symmetrischen Gebilden anzusehen sei. Ein gleiches kann von der Mehrzahl der Doppelbildungen an Käferantennen behauptet werden, die Tornier (1900) beschrieben hat. Nur zwei Fälle, bei denen das Eindringen einer Druckkraft in Form einer kreisförmigen Narbe an einem Gliede und eine völlige symmetrische Gabelung vom betreffenden Gliede an (3: Carabus Scheidleri, 5: Aromia moschata) sich eingestellt hat, sind wohl sichere Doppelbildungen. Daß solche bei den Insekten regenerativ vollkommen gut entstehen können, beweist das von Megušar (1907 *Koleopteren*) [IX, 16 *f*] durch Einspaltung eines Vorderbeines an der Larve von Hydrophilus piceus erhaltene, vom Schenkel an doppelte Vorderbein am Käfer. Vielleicht gehört noch zu dieser Gruppe der von Tornier (1900) beschriebene Laufkäfer, Carabus clathratus mit linkem Mittelbein, vom halben Schenkel an gabelförmig verdoppelt.

§ 10 *c*. Freilich erscheint es nicht ausgeschlossen, daß auch dieser Fall zur dritten, nunmehr zu besprechenden Gruppe von Hyperregenerationen gehört, nämlich den Bruchdreifachbildungen. Diese Dreifachbildungen sind durch die von Bateson (1894) aufgestellten Regeln charakterisiert: alle drei Gliedmaßenäste liegen in einer Ebene, wobei je zwei der einander nahe stehenden spiegelbildliche Symmetrie aufweisen. Oft wird die Deutlichkeit durch die fast bis zur Spitze reichende Verschmelzung von zwei Ästen beeinträchtigt, allein die charakteristische Bezahnung der Innenschneiden bei Krebsscheren, die Bedornung der Insektenbeine geben Merkmale zur Aufdeckung solcher Vereinigungen ab. Sehr häufig sind beiderseits ganzrandige Zapfen, die der Außenfläche des Daktylopoditen (Astacus fluviatilis — Jäger 1826, 1851) oder Propoditen (Homarus — Berniz 1671, Platycarcinus, Portunus puber — Le Sénéchal 1888, Astacus

fluviatilis — Lucas 1843, Tiedemann 1819) entspringen und durch das Fehlen der Innenzähne den Ursprung aus zwei mit den Innenrändern einander zugekehrten Scherenspitzen ahnen lassen. Deutlich als Dreifachbildungen kenntlich sind ähnliche Fälle, bei denen jedoch zwei, mit einander zugekehrten gezähnelten Rändern versehene Zusatzgebilde am Außenrande des Daktylopoditen (Carcinus maenas, Cancer pagurus — Duns 1888, Patterson 1897, Astacus fluviatilis — Eser 1863, Jaeger 1826, 1851, Homarus americanus — Emmel 1907 *abnormal*), oder Propoditen (Homarus — Emmel 1907 *abnormal*, Portunus puber — Goltz de Carvalho 1894, Le Sénéchal 1888) stehen.

Auch am Innenrande, also der Schneide des Daktylopoditen (Homarus — Emmel 1907 *abnormal*, Platycarcinus — Fischer 1888, Nephrops — Gray 1898, Uca una — Jaeger 1851, Astacus leptodactylus — Károlyi 1877, Carcinus maenas — Lucas 1843) oder Propoditen (Homarus — Lucas 1843) kommen spiegelbildliche Zusätze vor, die dann den glatten Rand einander zukehren.

Ein besonders kompliziertes Aussehen nimmt die Bruchdreifachbildung an, wenn der Ursprung der Doppelgebilde an den Einlenkungsquerschnitt des Daktylopoditen am Propoditen fällt, da dann nicht nur die fehlenden Propoditenteile, sondern auch je ein zugehöriger neuer Daktylopodit mit Einlenkung nachwachsen (Eriphia spinifrons — Herklots 1871, Platycarcinus — Le Sénéchal 1888, Pockock 1898, Astacus fluviatilis — Maggi 1881). Eine vollständige Dreifachbildung der distalen Glieder vom Meropoditen der Schere an wurde von Emmel (1907 *abnormal*) beschrieben. Dieser Forscher macht auch darauf aufmerksam, daß die an Hummerscheren vorkommenden Dreifachbildungen insofern von der Batesonschen Regel abweichen, als eine Verdrehung der Symmetrieebenen eintritt. Zugleich klärt er aber dies Verhalten durch die auch sonst bei dem Wachstum der Hummerschere vor sich gehende Drehung der Gliedmaße auf. Die schönste ganz typische Bruchdreifachbildung unter den Crustaceen ist die von Borradaile (1897) [VII, 5*g*] beschriebene, vom Basiopoditen an dreifache Schere von Platycarcinus pagurus. Es ist ein förmliches Schulbeispiel zu Batesons Regel.

Außer an dem ersten Scherenbeinpaar der Krebse kommen typische Bruchdreifachbildungen auch an deren Beinen vor; so am Daktylopoditen des dritten Beines von Cambarus Bartoni

(Andrews 1904), ähnlich von Lithodes arctica (Herklots 1871), am Basiopoditen eines Langustenbeines (Léger 1886), endlich an der Antenne der Languste (Palinurus — Léger 1886) und des Flußkrebses (Astacus fluviatilis — Stamati 1888; vgl. Bateson 1894).

Die regenerative Entstehung der Bruchdreifachbildung bei den Krustazeen ist durch einen gelegentlich Versuchen von Emmel (1907 *abnormal*) aufgetretenen und in seiner Ausbildung verfolgten Fall eines vom Carpopoditen an dreifachen Beines [VI, $7 g_1 - 7 g_2$] bewiesen. Bereits Rösel (1755) und mehrere spätere Forscher hatten diese Entstehung für wahrscheinlich gehalten, insbesondere betonte Goltz de Carvalho (1894) die Notwendigkeit der experimentellen Bestätigung. Anderseits waren abenteuerliche Hypothesen aufgestellt worden, so von Herrick (1895), daß die Spaltung sich immer weiter proximal ausdehne, also verschiedene Fälle als Stadien zueinander gehören würden. Zu irrigen Ansichten über die Entstehung der Dreifachbildungen bei den Scheren mußte die Auslegung der an einem Propoditen oder Daktylopoditen auftretenden Doppelgebilde als eine zweite Schere mit unbeweglichen Schneiden führen. Bei genauer Betrachtung erweisen sich aber die am Daktylopoditen vorkommenden Doppelzusatzgebilde stets als ein Paar Daktylopoditen, nicht als eine aus einem Daktylo- und einem Propoditen zusammengesetzte Schere, und analog verhält es sich mit den Auswüchsen des Propoditen. Völlig unsinnig ist auch die Auffassung dieser Monstrositäten als „Atavismen“, was — durch eine unglückliche Homologisierung — der Äste mit den Ruderästen der Schwimmfüße von Fischer (1888) versucht worden war.

Unter den Insekten führt Bateson (1894) 120 Fälle typischer Dreifachbildungen an, die sich fast ausschließlich auf Beine, Fühler und Palpen von Käfern beziehen. Die Verdreifachung kann entweder bloß das letzte Tarsalglied umfassen (Carabus perforatus — Asmuss 1835) [IX, 20] oder weiter proximal einsetzen, so daß die dreifache Bildung von einem andern Tarsalgliede (3: Hygrocarabus variolosus — Garbowski 1895) an, vom Ende der Schiene (Carabus convexus — Tornier 1900), oder von ihrer Mitte (Rhizotrogus solstitialis, Eutrachelus temmincki, Blaps mortisaga — Tornier 1900), vom Schenkelende (Cetonia floricola, Odontaeus armiger — Tornier 1900, Melolontha vulgaris — Doumerc 1834 [IX, 14*g*]), vom Trochanter

(Carabus Scheidleri — Kraatz 1873, Bateson 1894 [IX, 21], Carabus nemoralis — Tornier 1900) oder von der Coxa (Rhizotrogus castaneus — Bassi 1834, Asmuss 1835, Scarites pyracmon — Lefebvre 1831 [IX, 22]) an beginnt. Ebenso kann sich die Verdreifachung am Fühler auf verschiedene Glieder erstrecken; so fand sie sich bei einem Colymbetes coriaceus vom sechsten, dreieckig verbreiterten Gliede an angedeutet (Lucas 1843 [IX, 17]) oder sie umfaßte den ganzen Fühler mit Ausnahme des Grundgliedes (Melolontha vulgaris — Wesmael 1849, [IX, 14*a*], Lucanus cervus — Garbowski 1895).

Die Entstehung der Dreifachbildung durch Bruch bei den Käfern hat ihre experimentelle Bestätigung noch nicht erhalten. Es kann natürlich bloß Verletzung an der Larve in Betracht kommen.

Hingegen konnte ich bei Gottesanbeterinnen das Entstehen der symmetrisch gepaarten und verschmolzenen Zusatzgebilde nach Beinbrüchen beobachten. So hatte eine Sphodromantislarve das Ende der Schiene gebrochen, so daß der Fuß nach oben abgeknickt erschien. Es wuchs nun aus der klaffenden Wunde ein Gebilde, das als Verschmelzung aus zwei neuen Schienenenden und Füßen zu erkennen ist (Przibram 1906 *Stuttgart* [VIII, 13 *g*].

Bei einer Mantis religiosa habe ich eine deutlichere Dreifachbildung an der Außenseite der Imaginalschiene, ebenfalls am Vorderbeine, nach Bruch an der Nymphe erhalten (noch nicht publiziert).

Eine Bruchdreifachbildung dürfte auch der von O. Schultz (1897) am Abendpfauenauge beschriebene Fall eines überzähligen Beines „mit besonders dickem“, also wohl aus zweien verschmolzenem Schenkel gewesen sein. Eine Blattwespe mit typischer Dreifachbildung des rechten Mittelbeines vom letzten Drittel der Tibia erwähnt Bateson (1894). An den Flügeln der Insekten sind solche Bildungen nicht namhaft gemacht worden, es sei denn, daß die von Rudow (1881) beschriebene Hausfliege, Musca domestica, mit einem dritten Flügel hierher gehört. Rudow gibt an, daß an der rechten Seite des Prothorax ein dritter Flügel hervorragte, der, nicht völlig entfaltet, halbe Größe aufwies und an der Außenrandseite zusammengerollt war, seine eigene Haltere besaß. Unter diesen Gebilden lag ein großes längliches Stigma, von breiten weißen Hauträndern umgeben, während darüber ein kleineres regelmäßig rundes lag. Das große

hautsaumumgebene Stigma könnte nun sehr wohl eine Verschmelzungsbildung aus zwei Zusatzteilen vorstellen. Hingegen fehlt jeder Anlaß, diese Fliege als eine zur Entwicklung gelangte doppelköpfige Larve (vgl. Weyenbergh, Stettiner Entom. Zeitung 1870) anzusehen, wie Rudow mutmaßt.

Selbstverständlich werden durch mehrfache oder unregelmäßige Verletzungen auch Regenerate entstehen können, die keiner der drei bisher besprochenen Gruppen angehören; von solchen sei der von Cantoni (1883) behandelte Flußkrebs mit vier Scheren an einem Scherenbeine und der von Tornier (1900) analysierte Carabus graecus mit zwei selbständigen Zusatzfüßen an der Schiene erwähnt.

Überzählige Tibialsporne an regenerierenden Blattidenbeinen beobachtete Brindley (1898), überzählige Zähne an Klauen regenerierender Spinnenbeine Schultz (1898), 6 anstelle von 5 Tarsengliedern hintereinander einmal an einer Phasmide Bordage (1899 *Protection*). Der letztere Fall wäre der einzige mit einer Vermehrung von Gliedern in linearer Serie, und da Bordage selbst angibt, daß die Glieder nur unvollkommen getrennt waren, dürfte wohl ein Gelenk nur durch eine Einschnürung vorgetäuscht worden sein.

VI. Kapitel.

Weichtiere (Mollusca).

§ 1. Die Mollusken weisen ein auch mit der Geschlechtsreife nicht sistierendes Wachstum auf. Es ist mir daher nicht ganz klar, was Moynier de Villepoix (1891) damit meint, daß nach Erreichung der definitiven Größe die Manteldrüsen und Drüsenzellen schwinden und dann nur das Mantelepithel teilungsfähig bleibe (Helix aspersa).

Auf ein Atrophieren der Mantelranddrüsen in ähnlichem Sinne schließt auch Taylor (1894) aus zwei Funden von Helix nemoralis und einem von Clausilia perversa, deren Schale röhrenförmig verlängert war, wobei der abstehende Röhrenteil der Schalenhaut entbehrte. Vielleicht erlischt also im hohen Alter der Schnecken die Wachstumsfähigkeit mancher Schichten.

Nach Sluiter (1890) findet wahrscheinlich die Schalenabsonderung im allgemeinen durch einen teilweisen Zerfall von Epithelzellen mit nachheriger Regeneration statt (Gastrochaena). In den Atemröhren der Janellen geschieht der Zellenersatz für verbrauchte Elemente ausschließlich durch Amitose (Janella, Aneitella — Plate 1898). Selbstredend findet in allen Drüsen ein Ersatz der verbrauchten Sekrete statt, so in der Speicheldrüse von Helix und Limax (Barfurth 1885), in der Leber (Frenzel 1886), in den Bohadschen Drüsen der Aplysiden (Mazzarelli 1890), in welch letzterem Falle vom Epithel aus die Neubildung der Drüsen erfolgen soll. In der Fußdrüse der Hinterkiemer regenerieren die einzelnen Drüsenzellen, indem der Kern nach der Sekretion aufquillt und dann Substanz an das Zellplasma abgibt; ein Ersatz der Drüsenzellen aus den Bindegewebszellen soll nicht statthaben (Pleurobranchus Meckelii — Rawitz 1887).

In den Geschlechtsdrüsen werden aus dem Endabschnitte für jede Geschlechtsperiode neue Follikel ausgebildet (Zonites algirus — Rouzaud 1885). Um den Eiern den Durchtritt zu gestatten, degenerieren nach der Begattung im Ausführungsgange des Keimorganes Epithel und etwa noch vorhandene Spermamassen, um nach der Eiablage wieder gebildet zu werden (Helix — Pérez 1889). Über die Erneuerung des emittierten Liebespfeiles bei Schnecken berichtete Sporleder (1871). Aus dem Vorkommen mehrerer Liebespfeile im Körper von Helix pouzolzi schloß Braun (1887), daß relativ rasch neue Pfeile erzeugt werden können, und Standen (1892) beobachtete, daß bis zur Ausstoßung eines neuen Pfeiles bloß sechs Tage notwendig waren (H. aspersa).

Nach Verany (1851) wird der bekanntlich mit männlichen Geschlechtsprodukten beladene Hektokotylus wahrscheinlich nach seiner bei der Begattung erfolgten Abtrennung, also periodisch wiedererzeugt.

§ 2. Daß Verlust von Armen bei achtarmigen Kopffüßern gar nicht selten vorkommt, beweisen die von Brock (1887) gefundenen Regenerate nicht nur des Hektokotylusarmes von Octopus fusiformis, sondern auch gewöhnlicher Arme bei O. rugosus. Ja von O. cuvieri konnte er gar keine vollständigen Exemplare erhalten. Regenerierende Exemplare anderer Kopffüßerfamilien hatte schon Verrill (1882) beobachtet (Loligo Pealii, Ommato-

strephes illecebrosus, Architeuthis Harveyi). Das oftmalige Vorkommen verletzter Hinterkiemer (Lobiger, Nudibranchier — Crosse 1860) hängt mit der bald zu besprechenden Autotomie zusammen. Megušar (1907) berichtet, daß die Fühler der Spitzschlammschnecke, Limnaea stagnalis, oft Verletzungen durch Wasserkäfer, Hydrophilus piceus und aterrimus, ausgesetzt seien. Gelingt es der Schnecke, sich loszureisen, so zieht sie sich rasch in ihr Gehäuse zurück und läßt sich auf den Boden des Gewässers sinken. Von dem Wasserkäfer wird sie dann nicht weiter verfolgt, sondern dieser sucht sich ein neues Opfer. Auf Verletzungen im freien Zustande lassen die nicht selten an Schnecken beobachteten Doppelbildungen (vgl. unten § 10) sowie andere Monstrositäten, durch Stoß oder Bruch verbogene (Murex — Chemnitz 1799) oder röhrenförmig verlängerte Mundöffnungen (Clausilia perversa, Helix nemoralis — Taylor 1894) schließen, endlich in anderer Färbung angefügte Gehäusegänge (Lanistes ovum — Martens 1870).

Nach Fischer (1858) können diverse Schnecken (Conidae, Neritinae, Helicidae) Teile ihrer Schale selbst auflösen, die Porzellanschnecken sich auf diese Art des Peristoms entledigen. Solen und Solecurtus verlieren leicht Siphonenteile (Fischer 1887).

Autotomie von vorgebildeten Bruchstellen aus kommt als Defensivmittel bei den Tentakelchen der Muscheln Lima hians, L. inflata und Pecten opercularis (Riggenbach 1901), bei den Rückenanhängen der Hinterkiemer (Child 1905, Frenzel 1891, Krohn 1847, Nardo 1825, Parona 1891, Quoy et Gaymard 1832, Riggenbach 1901), beim hinteren Fußabschnitte des Vorderkiemers Harpa ventricosa (Quoy et Gaymard 1832, Reynoud 1834) und einiger Lungenschnecken (Cockerell 1890, Pfeiffer 1859, Raymond 1890, Semper 1870—1894), endlich bei den Armen des Octopus Defilippii, (Jatta 1896, Riggenbach 1901) vor.

Lima hians und inflata trennen die Tentakelchen durch kräftiges Zuklappen der Schalen unbemerkt und leicht einwärts der Reizstelle ab. Druck und Zug wirken weniger gut als chemische Reize. Durch Alkohol oder Sublimat können sämtliche Tentakelchen an der Basis zur Abschnürung gebracht werden.

Dann werden noch die Kiemen abgeworfen. Auch die abgeworfenen Tentakel, welche bis zu vierzig Stunden am Leben

bleiben können, sind auf chemische Reize hin kleinere Stücke abzuschnüren imstande. Ähnlich wie die Lima-Arten verhält sich Pecten. Die Papillenkiemen (Rückenanhänge) der Aeoliden werden sehr leicht abgeschnürt (Frenzel 1891). Sorgfältig beigebrachte Wunden hatten jedoch bei Aeolis lineata, Aeolis sp. und Antiopa cristata keine Autotomie zur Folge. Die abgeworfenen Papillen lebten bis zu sechs Tagen. Selbst nach Verlust aller Papillen reagierte die Schnecke nicht. Tethys leporina [X, 3] verhielt sich insofern anders als die Aeoliden, daß sie bei der leicht auf Erfassen, Ziehen oder Drücken der Papillen eintretenden Abschnürung in Aufregung gerät, während umgekehrt die Papillen bloß wenig reagieren und nur zwei Tage am Leben bleiben (Riggenbach 1901). Wärme führt bei Tethys nicht zur Autotomie, sondern zur Erschlaffung der Anhänge (Frenzel 1891).

Doris soll nach Quoy und Gaymard (1832) Teile des Mantels abwerfen; es sind darunter wohl auch den Rückenanhängen gleichwertige Gebilde zu verstehen. Der zu den Lophocerciden gehörige Lobiger Philippii [X, 4] ist durch vier flügelförmige Anhänge ausgezeichnet. Dieselben werden vom Tiere außerordentlich leicht an der Basis abgeschnürt (Krohn 1847).

Harpa ventricosa [X, 5] trennt bei Angriffen die Schwanzspitze ab. Es findet sich ein Längsmuskel, der in einiger Entfernung vom Schwanzende endet [X, 5*a*, ××] und durch dessen gewaltsame Kontraktion die Spitze abgeschnürt wird (Quoy et Gaymard 1832) [XIV, 10].

Unter den Lungenschnecken autotomieren zwei Gattungen von Nacktschnecken, Helicarion (Semper 1890—1894) und Prophysaon hemphilli (Hemphill in Cockerell 1890), und zwar nur alte Exemplare (P. hemphilli und andersoni — Raymond 1890), ferner die Gehäuseschnecken Helix (?) crassilabris, Imperator und Apollo (Gundelach in Pfeiffer 1859) [X, 10]. Letztere besitzen über dem Schwanze einen hornartigen Vorsprung [X, 10*a*] und hinter diesem bricht der Schwanz durch. Zur Autotomie des Schwanzes der Schnecken scheint nicht einmal ein Erfassen notwendig zu sein, sondern die beim Transporte unvermeidlichen Erschütterungen scheinen zu genügen.

Die von Jatta (1896) entdeckte Neigung des Octopus defilippii zur Autotomie seiner Arme wurde von Riggenbach (1901) genauer untersucht. Die Ablösung erfolgt zwei Zentimeter von der Basis. Der Bruch beginnt im Innern unter Streckungen

und Drehungen des weiterwandernden distalen Armteiles bis zum völligen Durchreißen. Die Autotomie tritt beim Erfassen eines Tentakels oder nach starker Verwundung ein und kann auch noch bei im ganzen abgetrennten Tentakelkränzen provoziert werden. Die nahen Verwandten, Octopus vulgaris und O. Rondeletii zeigen keine Autotomie von präformierter Bruchstelle, wohl aber ist an der ersteren Art Autophagie von Armen beobachtet worden (Eisig 1884, Lo Bianco 1899). Die Aeoliden sollen sich gegenseitig die Rückenpapillen abfressen (Hancock in Fischer 1858).

Eine Selbstverstümmelung zum Zwecke der Ausstreuung von Geschlechtsprodukten ist in dem Abrisse des männlichen Hektokotylusarmes bei Philonexiden und Octopodiden zu erblicken (vgl. Cooke [X, 15], Verany 1851, Steenstrup 1856).

Bekanntlich hatte die Auffindung des vom Argonautamännchen abgetrennten Hektokotylusarmes zu seiner Beschreibung als einer eigenen Tierart geführt. Vielleicht ist nach Verrill (1882) Dosidicus Eschrichtii Steenstrup ein Ommatostrephes oder Stenotheuthis mit lauter regenerierten Armspitzen.

Fälschlich waren auch lange Zeit hindurch die leicht ablösbaren und daher oft fehlenden oder in verschiedener Größe auftretenden Kiemenpapillen der Tethys leporina als parasitische Würmer „Vertumnus thetidicola“ angesehen worden, bis durch Autotomie und Regeneration eine befriedigende Erklärung der Gebilde gegeben wurde (Krohn 1842, Siebold 1843).

§ 3. Von den fünf Klassen der Mollusken fehlen Regenerationsnachrichten für die Grabfüßer oder Scaphopoden und die Flossenfüßer oder Pteropoden; für die Kopffüßer oder Cephalopoden sind zwar keine experimentellen Daten, wohl aber Naturfunde vorhanden. Alle Regenerationsversuche an Mollusken beziehen sich also auf die Muscheln oder Lamellibranchiaten und die Schnecken oder Gastropoden.

Die untersuchten Muscheln erwiesen sich bei Abbruch eines Schalenstückes als regenerationsfähig, so die Auster (Ostrea edulis — Faussek 1899, Osborn 1883, Schiedt in Ryder 1893) [X 1], die Steckmuschel (Pinna — Osborn 1883), die Miesmuschel (Mytilus — Faussek 1899) und die Teichmuschel (Anodonta ponderosa — Moynier 1890) [X, 2]. Wenn Faussek angibt, daß bei Abbruch eines vorderen Schalenteiles nach Heilung der Wunde nichts vor sich ging, was als Regeneration hätte gedeutet werden können, so fallen diese negativen Ergebnisse bei

der nur vierwöchentlichen Dauer der betreffenden Versuche gegenüber der viermonatlichen Beobachtung unverletzter Kontrolltiere nicht ins Gewicht. Nach Bloomer (1900) vermag Anodonta cygnea zwar Mantelfalten, nicht aber Kiemen auszubessern.

Auch Schnecken reparieren ausgebrochene Gehäusestücke (Limnaea elodes — Bunker 1880, Helix pomatia — Biedermann 1901, H. aspersa — Caillaud 1860, Helix — Picard 1840, Helix, Pupa, Clausilia, Balia — Paravicini 1899; Limnaea stagnalis, Planorbis corneus, Paludina vivipara — Černý 1907).

Regeneration bei den Schnecken ist übrigens sehr lange bekannt (Abildgaard 1799, Bonnet 1777, 1781, Lavoisier 1768, O. F. Müller 1774, 1778, Murray 1776, 1787, Presciani 1778, Roos 1768, Sanders 1781, Schäffer 1770, Senebier 1777, Spallanzani 1768 usf.). Die älteren Angaben beziehen sich fast alle auf die Erneuerung abgeschnittener Tentakel und größerer Kopfpartieen bei Gehäuseschnecken (Helix) [X, 12] des Landes. Später hat Carrière (1879) an Gehäuseschnecken experimentiert. Helix incarinata, ericetorum und Buliminus obscurus gingen bald zugrunde. Helix fruticum und arbustorum regenerierten weniger gut als H. pomatia, Helix nemoralis und hortensis am besten. Während also Carrière für diese Tiergruppe ebenfalls zu positiven Ergebnissen gelangt war, bestritt er auf Grund negativer Versuche, daß den wasserbewohnenden Gehäuseschnecken die Fähigkeit der Regeneration zukomme. Planorbis und Limnaea starben ihm stets rasch nach den Operationen ab und ein gleiches war bei den Nacktschnecken der Fall. Daß es sich jedoch lediglich um ungünstige Versuchsbedingungen gehandelt hatte, bewies der positive Ausfall analoger Regenerationsversuche Černýs (1904) an Planorbis [X, 7] und Paludina [X, 6], denen bald solche an der Nacktschnecke Limax arborum folgten (1907) [X, 9], nachdem bereits Morgan Fußregenerate an Planorbis, Physa und Limnaea erhalten hatte (1901 „*Regeneration*“ S. 104). Regeneration der Planorbis-Tentakel beobachtete auch Schülke (1906). Da Černý (1907) eine Regeneration der Fühler bei der Schlammschnecke (Limnaea stagnalis) zunächst ebensowenig wie Carrière erzielte, blieb noch eine Lücke auszufüllen. Durch Haltung unter besonders günstigen Versuchsbedingungen, warmes, mit guter Vegetation versehenes Wasser, Operation auf dem Lande, gelang es endlich Megušar (1907 *Limnaea*) [X, 8], jene Lücke auszufüllen. Die Re-

generation verlief weder langsamer noch unvollkommener als bei den übrigen Schnecken; somit sind alle Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit unter diesen Tieren erledigt. Es sei nur noch hinzugefügt, daß auch die Meeresschnecken den Verwandten des Landes und Süßwassers nicht nachstehen. Jeanette Power beobachtete 1838 zu Messina in den von ihr konstruierten schwimmenden Kästen „Gabbiole alla Power" die Regeneration von Tentakeln samt Auge, Röhren und Gehäusestücken des Tritonshornes, Triton nodiferum, von Röhren und Tentakel des Fusus lignarius und Conus, von Kopfteilen und Deckel des Brandhornes, Murex trunculus. Die von Steenstrup (1856) behauptete Regenerationsunfähigkeit der Dekapoden unter den Kopffüßern ist ebenfalls durch die Funde von Verrill (1882) widerlegt, die regenerierende Arme an drei verschiedenen Arten, Architeuthis Harveyi [X, 14], Ommatostrephes illecebrosus und Loligo Pealei [X, 13] umfassen. Für die Octopoden liegen Naturfunde an Eledone moschata und aldrovandii von Parona (1900) und an Octopus cuvieri, fusiformis und rugosus von Brock (1887) vor.

Die leicht autotomierenden Rückenanhänge der Hinterkiemer regenerieren gut („Nudibranchia" — De Born 1780, Child 1905, Aeolis lineata, sp., Antiopa cristata — Riggenbach 1901, Tethys leporina — Nardo 1825, Parona 1891 [X, 3], Riggenbach 1901, Lobiger Philippii (Naturfunde) [X, 4] — Krohn 1847 und Crosse 1860) und von den Schnecken mit Schwanzautotomie sind Regenerate der Schwänze in der Natur gefunden worden (Harpa ventricosa — Quoy et Gaymard 1832, Prophysaon hemphilli — Hemphill in Cockerell 1890; Helix crassilabris — Crosse 1860, Gundelach in Pfeiffer 1860). Dieses Zusammentreffen ist aber nicht durch eine Beschränkung der Regeneration auf die autotomierenden Arten, sondern nur durch den leichteren Verlust des Schwanzes bei letzteren zu erklären, denn nicht autotomierende Arten regenerieren eben so gut den Schwanz nach künstlichem Abschnitt (Planorbis, Physa, Limnaea — Morgan 1901 *Regeneration*, Limacidae — Schäffer 1770, Helix — Spallanzani 1768). Analogerweise scheint die Regeneration der Arme bei den Octopusarten unabhängig von der nur bei O. Defilippii bekannten Autotomie (vgl. § 2) zu sein, indem sie bei anderen Arten (O. cuvieri, fusiformis, rugosus — Brock 1887) angetroffen wird.

§ 4. Von einem Erlöschen der Regenerationsfähigkeit mit

zunehmendem Alter ist bei den Mollusken nichts bekannt. Auch nach Erlangung der Geschlechtsreife schreitet Regeneration in beiden Geschlechtern fort; so geht die Reife der von Černý (1905, 1907) verwendeten männlichen Paludinen aus der Anschwellung des rechten Fühlers hervor, die Reife weiblicher Schnecken aus der alsbald erfolgenden Eiablage (Limnaea elodes — Bunker 1880, L. stagnalis — Megušar 1907 *Limnaea*). Selbst Moynier de Villepoix (1891) gibt für Helix aspersa, die seiner Ansicht nach die definitive Größe erreicht und Mantel- sowie Drüsenzellen in der Mantelrinne verloren hatten, an, das dahinterliegende Mantelepithel habe, täglich entfernt, zwei Monate lang Reparaturen ausgeführt.

§ 5. Der Wundverschluß erfolgt nach Abbruch von Schalenstücken bei den Muscheln nach Faussek (1898) durch Perlmutterlamellen, nicht durch Kalkneubildung (Ostrea, Mytilus); hingegen geben Moynier de Villepoix für die Teichmuschel Anodonta ponderosa (1890) und für Helix aspersa (1891, 1892), Černý (1907) für Limnaea stagnalis, Planorbis corneus und Paludina vivipara, Biedermann (1901) für „bauende“ Helix pomatia die Abscheidung von Kalkkarbonat in etwas unregelmäßiger Weise als Verschlußmittel an. Osborn (1883) brach aus der Schale von Austern, Steckmuscheln und anderen Lamellibranchiaten Stückchen aus und schob an ihre Stelle Glasplättchen; auf diesen fand er zunächst eine hornige Substanz abgelagert, deren Verkalkung durch Auftreten von Kristallen erfolgte.

Bei den Schnecken verwachsen nach Abschnitt von Teilen des Weichkörpers, etwa des Vorderkopfes, die Wundränder zu einem cylindrischen normalen Epithele, das die weitere Differenzierung einleitet (Helix — Carrière 1879). Selbst tiefe Einschnitte vernarben (Tethys leporina — Riggenbach 1901). Als von R. C. Schiedt die ganze obere rechte Schale der Auster [X, 1] entfernt worden war, zog sich der Anus mangels geeigneter Unterstützung an eine mehr vorne gelagerte Stelle zurück. Selbst nach Aufriß der perikardialen Höhle, in der man das Herz pulsieren sehen konnte, trat noch Heilung ein (Ryder 1893).

Bei den Kraken, namentlich dem autotomierenden Octopus defilippii erfolgt der Wundverschluß abgerissener Arme rasch unter Verwachsung der verbliebenen Hautlappen (Riggenbach 1901).

§ 6. Während alle Beobachter darin übereinstimmten, daß die Schnecken noch dann zu regenerieren vermögen, wenn der

Kopf knapp hinter den Augenträgern durchtrennt wird [X, 12, dritte quere Schnittstelle] (Helix hortensis — Bonnet 1777, H. pomatia — Bonnet 1781, Lavoisier 1768, Roos 1768, H. nemoralis — Müller 1774, Helicidae und Limacidae — Schäffer 1770, Limacidae — M... 1769, Murex trunculus — Power 1838 usf.), hat sich die weitergehendere, ältere Angabe Spallanzanis (1768), daß auch hinter dem Schlundringe abgeschnittene Köpfe nachwuchsen, nicht bestätigen lassen. Die von Spallanzani als Zeugen angeführten Untersucher Scarella, Troilo (H. nemoralis), Pratolongo, Girardi (H. pomatia), Caldano (H. itala, zonaria) erhielten zwar Regeneration des Kopfes, gaben aber an, daß „völlig geköpfte“ Schnecken stets starben. Schweigger (1820) untersuchte die Spallanzanischen Präparate und fand, daß auch dieser selbst den Kopf gar nicht völlig abgetrennt, sondern den Schlundring belassen hatte. Auch die neuere Arbeit Carrières (1879, 1880) kommt zu dem bereits von Presciani (1778) und Abildgaard (1799) erreichten Schlusse, daß die Erhaltung des Zentralnervensystems für die Regeneration des Schneckenkopfes notwendig sei.

Das Übrigbleiben eines Schalenstückes als Ausgangspunkt ist nicht erforderlich. Caillaud (1858, 1860) entfernte Helix aspersa gänzlich aus ihrem Gehäuse und quartierte sie in den Gehäusen anderer Helixarten (H. nemoralis, vermiculata, pisana) ein. Die Helix aspersa legten neue Windungen an, die gänzlich den Charakter der eigenen Art aufwiesen. Nach völliger Entfernung einer Schale der Auster wurde jene bei R. C. Schiedts Versuchen (Ryder 1893) [X, 1 b_1] inklusive des Schalenschlosses und Insertion des kleinen Pedalmuskels neugebildet, wenn auch etwas verunstaltet [X, 1 b_2]. Moynier de Villepoix (1890) legte an der Schalenfläche der Teichmuschel Wunden an. Auch diese wurden durch mehrere übereinandergelagerte organische Lamellen abgeschlossen, die weder dem Mantel, noch dem zum Wiederverschlusse des ausgebrochenen Schalenstückes verwendeten soliden Gegenstande anlagen und an deren Oberfläche und Grenzschichten sich Kalk in verschiedenen Formen ablagerte.

§ 6 *a*. Das Mantelepithel hatte sich an diesen Stellen außerordentlich verlängert, war großkernig und in den äußeren Teilen der Zellen sehr stark granulös. Die Schale stellt sich also als ein reines Sekretionsprodukt darunterliegender Schichten dar. Wunden am Schalenrande wurden durch ein neues Epithel mit

Büscheln von Kristallen bedeckt, Verbindungen von Kalk mit Albuminoiden. Ähnliches beobachtete Biedermann (1901) an Helix pomatia, bei der ein Stück Schale ausgebrochen und die Lücke mit einem Glasplättchen bedeckt worden war. Die Elemente der Kalkschichten sind größer als die normalen.

Die Regeneration des Auges bei den Gehäuseschnecken erfolgt aus denselben Schichten, wie die erste Entstehung desselben Organes (Carrière 1879, 1880). Zuerst entsteht eine Einstülpung [X, 12 R_1], dann eine Abschnürung der Augenblase [X, 12 R_2] im Epithele. Erst dann tritt die Linse als cuticulares Gebilde [X, R_3] wie in der Ontogenese [X, E_3] auf, und wie in dieser [X, E_4] bildet die hintere Blasenwand Pigment aus.

§ 7. Während einer genügend langen Versuchsdauer scheint bei den Mollusken jedes Regenerat endlich die normale Ausbildung wenigstens annähernd wieder zu erreichen. Doch unterbleibt am regenerierenden rechten Tentakel der Paludina vivipara [X, 6 ♂] die Ausbildung des männlichen Sexualcharakters, einer keulenartigen Anschwellung, längere Zeit [X, 6 *a*], so daß der betroffene Fühler demjenigen eines Weibchens ähnlich sieht [X, 6 ♀] (Černý 1905, 1907). Megušar (1907 *Limnaea*) vermißte zunächst das am Grunde des Schlammschneckenfühlers gelegene Auge.

§ 7 *a*. Die schon mehrfach besprochenen Schalenreparationen können zu einer völligen Wiederherstellung aller Schichten führen (Helix — Biedermann 1901, H. aspersa — Moynier 1892, Anodonta — Moynier 1890, Ostrea, Pinna — Osborn 1883, vgl. auch Paravicini 1899, Picard 1840).

Moynier (1890) sah bei Anbringung einer Wunde am Rande einer der Schalen von Anodonta den Mantel sich auch vom Rande der unverletzten Schale in entsprechender Weise zurückziehen und auch dort neue Epidermis und Schalensubstanz ablagern. Mit einer Kompensation hat vielleicht auch der Fall eines doppelseitigen Hektokotylusarmes bei Eledone cirrhosa (Appellöf 1892) zu tun; die Geschlechtsöffnung war einfach, aber auch der dritte linke Arm war hektokotylisiert.

§ 7 *b*. Die Arme der Kopffüßer regenerieren durch Sprossung von der Verletzungsstelle. Die regenerierenden Arme sind lange durch eine feine ringförmige Furche [X, 16, XX] an der Abrißstelle und geringere Länge kenntlich. In den Saugnäpfen ist an der Übergangsstelle vom alten zum neuen Gewebe zunächst

eine Lücke, bis auch hier ein neuer Saugnapf hervorsproßt; wie aus der Abbildung Brocks (1884) hervorzugehen scheint, im alten Gewebe. Im Falle es sich um einen Hektokotylusarm handelt (Octopus fusiformis) [X, 16 ♂], erstreckt sich die Hektokotylisation auch auf das Regenerat.

Einzeln abgerissene Saugnäpfe sprossen auch neu hervor (Architeuthis Harveyi [X, 14 *a* : *b*], Ommatostrephes illecebrosus, Loligo Pealei — Verril 1882). Die Regeneration der Arme erfolgt von der Basis oder weiter distal. Die regenerierenden keulenförmigen Arme der Zehnfüßer sind außer durch geringere Größe der Saugnäpfe und geringere Länge auch durch schmächtigere Gestalt einige Zeit kenntlich [X, 13].

Bei den Schnecken sprossen neue Tentakel, Lippen, Schwänze, bei Tethys Rückenanhänge (Parona 1891) bis zu ihrer völligen Ausbildung fort.

§ 7 *c*. Sehr häufig weisen die Regenerate der Rückenpapillen bei Tethys [X, 3] (Parona 1891, Riggenbach 1901) doppelte Spitzen auf; die Papillenkiemen von Aeoliden (Aeolis lineata, spec. und Antiopa cristata — Riggenbach 1901) können verschiedenartig gabelförmig regenerieren. Da es Gattungen von Nacktkiemern mit normalerweise verzweigten Rückenpapillen gibt, hat man diese Erscheinung als Atavismus aufgefaßt.

Martens (1870) fand unter bräunlich-grünlichen, einfarbigen Exemplaren von der Gehäuseschnecke Lanistes ovum Peters var. vom Gazellenflusse ein Tier, dessen Schale durch die gestörten Anwachsstreifen ein Regenerat erkennen ließ. Dieses war von hellgummiguttgelber Farbe, oben und unten von dunklen Streifen begrenzt; spätere Zuwachsstreifen zeigten wieder normale Farbe. Das Band soll an Cochlostyla rufogastra und macrostoma erinnern; Martens gibt nicht an, ob er diesen Hinweis als Atavismus gedeutet wissen will. Es fehlt mir an konchyologischer Erfahrung, um mutmaßen zu können, ob irgendeine ontogenetische Parallele nahe liegt.

Auf die vollständige Parallele der Augenregeneration [X, 13 R_1—R_4] und erstmaliger Augenentwicklung [X, 12 E_3—E_4] wurde bereits oben (§ 6 *a*) hingewiesen.

§ 8. Die Regenerationsgeschwindigkeit bei den Mollusken ist großenteils von der Natur des entfernten Organes abhängig. Geringfügige Schalenreparaturen sah Moynier de Villepoix (1891) schon in $1\frac{1}{2}$—2^h bei Helix aspersa vor sich gehen. Dieselbe

Schneckenart, von Caillaud (1860) des Gehäuses beraubt und in ein fremdes gesteckt, erzeugte in 14 Tagen einen Zuwachsstreifen von 3 *cm*. Zur Ausbesserung eines halbkreisförmig ausgebrochenen Schalenstückes von etwa 5 *mm* Radius waren bei einer Limnaea elodes sechs Wochen erforderlich (Bunker 1880). Länger als Schalendefekte brauchen entfernte Tentakel oder Rückenanhänge bei Schnecken; so waren an Planorbis erst nach 14 Tagen Regenerationskegel der Tentakel sichtbar (Černý 1907) und bei Limnaea stagnalis nach Entfernung von 2 *mm* langen Endstücken in einem Monate nicht viel mehr als 1 *mm* zugewachsen (Megušar 1907 *Limnaea*).

Bei Entfernung größerer Stücke oder des Tentakels inklusive Kopfhautstücken war in gleicher Zeit mehr zugewachsen. Zwei nach Autotomie regenerierende Rückenpapillen der Tethys wiesen nach zwei Monaten eine Länge von 2 und 1 *cm* gegenüber Längen von 5·2 und 2·6 *cm* der nicht verletzten Gegenseite auf (Parona 1891).

Wiederholter Verlust führt noch zu Regeneration; so konnte Moynier (1891) sogar an hungernden Helix aspersa zwei Monate hindurch nach täglicher Entfernung der neugebildeten Membranen stets wieder deren Neubildung beobachten. Brock (1887) fand oft Arme von Octopus cuvieri, die mehrmalige Regeneration, nämlich mehrere ringförmige Abschnürungsstellen mit immer mehr abnehmendem Umfange der distalen Partieen, erkennen ließen.

Ernährungszustand und Temperatur spielen bei der Molluskenregeneration wie auch sonst eine große Rolle: nach Carrière (1880) ist der Februar der ungünstigste, der Juni der günstigste Monat zur Operation der Schnecken. Für Limnaea erhielt Megušar (1907 *Limnaea*) günstige Resultate erst im Juli bei einer Temperatur von 25° C und reicher Vegetation des Beckens.

Moynier (1890) hielt verletzte Anodonta ponderosa in kalkfreiem Wasser. Es erfolgte eine Wiederherstellung der Epidermis und sonstiger organischer Schichten, aber ohne Verkalkung.

An R. C. Schiedts Austern, denen die obere Schale entfernt worden war, trat in den nunmehr dem Lichte frei zugänglichen inneren Organen, Mantel und Kiemen, im Verlaufe von 14 Tagen eine dunkelbraune Pigmentierung auf (Ryder 1893). Faussek (1899) glaubt jedoch für Auster und Mießmuschel nachweisen zu können, daß nicht das Licht, sondern der freie Zutritt des Wassers für die Pigmentierung maßgebend sei. Wurde

der hintere Mantelabschnitt entfernt, so nahm der vordere auch ohne weiteren Kunstgriff eine dunkle Pigmentierung an. Wirksam sei das Wasser infolge erhöhter Sauerstoffzufuhr zu den Blutgefäßen.

§ 9. Faussek (1899) beschreibt die einzige bisher bei Versuchen an Mollusken zur Beobachtung gelangte Heteromorphose. Nach Abbruch eines vorderen Schalenteiles nahm das vordere Ende des Mantelrandes eine dem hinteren normalen ähnliche Gestalt an, indem die Innenfalte fransig wurde. Bei dem eben erwähnten Versuche mit Entfernung des hinteren Schalenstückes trat am vorderen Mantelrande diese Heteromorphose nicht auf (vgl. noch Hektokotylus an Stelle eines gewöhnlichen Armes § 7 *a*).

§ 10. Über die Giltigkeit der Barfurthschen Regel für Mollusken liegen Beispiele aus Mégušars Versuchen (1907 *Limnaea*) und Brocks Naturfunden (Octopus rugosus — 1887) vor.

Doppelbildungen, auf Verletzung von Gehäusen, Armen oder Tentakeln zurückzuführen, sind nicht selten im Freien vorgekommen. So beschreibt Bloomer (1900) eine nach schwerer Verletzung geheilte Teichmuschel, deren Schale einen Ansatz zur Doppelbildung aufweist [X, 2 *a*]; im Innern war der Mantel völlig wiederhergestellt, die Kieme aber eingeschnürt und nicht ausgebessert [X, 2 *a* *a*; 2, 2 *a* normale Anodonta zum Vergleich]. Bei Schnecken kann ein Gehäuse mit zwei Öffnungen infolge seitlicher Verwundung an einem weiter zurückgelegenen Gang entstehen (Clausilia rugosa — Cockerell 1891, [X, 11], Causilia sp. — Davy 1892, Recluz 1858, Cl. nigricans — Moquin-Tandon 1855, Buliminus — Lucien 1891, 1892, Rissoa labiosa — Dautzenberg 1892).

An Octopus vulgaris und Eledone moschata fand Parona (1900) gespaltene Arme, an Eledone aldrovandi auch überzählige vor. An regenerierenden Saugnäpfen von Architeuthis beobachtete Verrill (1882) teilweise [X, 14 *a* : *f*] oder völlige Verdoppelung [*g*] oder Hervorsprossen eines kleineren seitlichen Napfes aus einem größeren [*h*].

Fraglich erscheint es, ob die Doppelspitzen der Nudibranchierpapillen (vgl. § 7 *c*) auf Spaltungen während der Regeneration zurückgeführt werden können. Bei den Schneckenfühlern dürfte dies hingegen fast stets zutreffen (Limnaea stagnalis — Mégušar 1907 *Limnaea*, [X, 8 *f*], L. glutinosa — Des Moulins in Fischer 1863, Limnaea, Physa acuta, Planorbis contortus —

Ziegeler 1906, Ancylus, Physa, Helix, Patella vulgata — Fischer 1863, Subemarginula — Fischer 1856, Limax — Fischer 1858, Ampullaria — Roth 1905).

Als Bruchdreifachbildungen mit Verschmelzung der überzähligen Spitzen sind wohl die von Černý (1907) abgebildete Planorbis corneus [X, 7 *g*] und die von Fischer (1888) beschriebene Triopa clavigera anzusehen.

Verschmelzungen der normalen Anzahl von Augenträgern bei Helix erhielt Carrière (1880) [X, 12 *α, β*]. Eine Kombination von Verschmelzung mit überzähligen Spitzen beschreibt Römer (1903) als „geweihhörnige" Weinbergschnecke (Helix lutescens). Mehrfach sind Schneckenzwillinge in einem Ei gesehen worden, die mehr minder weitgehende Verschmelzung aufweisen können (Phyline aperta — Lacaze-Duthiers 1875, Amphipeplea glutinosa — Reinhardt 1887, „Schneckenzwillinge" 1867).

VII. Kapitel.

Urchordatiere (Urochordata).

§ 1. Über die physiologische Erneuerung der Hautbekleidung bei den Urchordatieren finde ich keine Angaben. Unter ungünstigen Verhältnissen, Sauerstoffmangel, Kälte u. a. treten bei Diazona (Della Valle 1884) und Clavellina Reduktionen ein, die nach Behebung ihrer Ursache zu einer Wiederauffrischung führen (Driesch 1905 *Skizzen*; vgl. unten § 7 *a*). Periodische Neubildungen der Sexualorgane, die mit Knospung abwechseln, gibt Korotneff (1884) für Anchinia rubra an.

Am Tiere von Diplosoma mitsukurii werden regelmäßig zwei bis drei in verschiedenen Stadien befindliche obere Hälften, die durch verschiedene Farbe auffallen, angetroffen [X, 17] (Oka 1892). Vermutlich ist auch bei D. chamaeleon nach einer Abbildung Drasches (1883) dieser Prozeß einer periodischen vorzeitigen Erneuerung vorhanden (über Diplosoma-Doppeltiere vgl. auch Caullery 1894, 1895, Perrier 1898, Pizon 1898).

Eine andere Knospungsform weist Amaroecium auf; hier ist das Postabdomen in Glieder geteilt, deren jedes zu einer Knospe wird (Driesch 1902 *System*).

Knospung ist auch sonst unter den Manteltieren weit verbreitet (Distaplia — Hjort und Bonnevie 1895, Bonnevie 1896, Salensky 1893, Perophora — Brocks 1896, Garstang 1895, Lefevre 1895, Ritter 1895, 1897, Goodsiria — Ritter 1897, Botryllus — Lefevre 1895, Clavellina — Van Beneden und Julin 1887 usf.). Bei der alleinstehenden Form Cephalodiscus dodecalophus beschreibt Masterman 1898 paarige, ventrale Knospen. Knospungsprozesse bei den Leptokardiern sind nicht beobachtet worden.

§ 2. Autotomie ist bei keinem Urchordatiere bekannt. Auf Verletzungen im freien Zustande deuten die als var. macrosiphonica beschriebenen Exemplare von Ciona intestinalis hin, da nach wiederholtem Abschneiden der Siphonen gewöhnlicher C. intestinalis größere Länge der Regenerate die Regel ist (Mingazzini 1891).

§ 3. Unter den Tunicaten regenerieren noch nach querer Durchschneidung die Synascidien (Morchellium argus — Giard 1872 Circinalium concrescens — Caullery 1895 *Composés*, [X, 19]) und die Monascidien (Clavellina lepadiformis — Driesch 1902 *System*, 1902 *Studien*, 1905 *Skizzen* [X, 20], Schultz 1907 *III*, Ciona intestinalis — Loeb 1892, Schultze 1900, Phallusia mammillata — Driesch 1903 *Änderungen*). Nur Amaroecium, eine Synascidie mit Knospung am Postabdomen, ging stets nach dieser Operation zugrunde (Driesch 1902 *System*, Ritter und Congdon 1900).

Hingegen vermutet Mingazzini (1891), daß die Salpen und Appendicularien ihrer abweichenden Organisation halber überhaupt nicht regenerieren würden, eine freilich durch keine Versuche gestützte Annahme. Über die Regeneration des Cephalodiscus ist ebenfalls nichts bekannt.

Das Lanzettfischchen scheint die hohe Regenerationsfähigkeit der Ascidien nicht mehr zu teilen, wenngleich die völlig negativ ausgefallenen Versuche Nusbaums (1905 *Polychaeten*) durch Beobachtungen Hamanns (vgl. Przibram 1902 „*Ergebnisse*“) über Schwanzerneuerung und Biberhofers (1906) [X, 23] über Regeneration der vordersten Körperspitze bei Amphioxus lanceolatus eine gewisse Korrektur erfahren. Schuld an der Regenerationsschwierigkeit ist teilweise die oft eintretende „rosenfarbige“ Infektion, ihrerseits gefördert durch die Starrheit der Körperschichten, die einen raschen Wundverschluß verhindern. Eine geringere Rolle scheint der Ausfall von lebenswichtigen Organen

nach querer Halbierung zu spielen, da auf diese Art operierte Exemplare wochenlang am Leben bleiben können.

§ 4. Biberhofers (1906) positive Regenerationsbefunde bezogen sich gerade auf die kleinsten verwendeten Amphioxi. Jüngere Ciona regenerierten bei Schultzes (1900) Versuchen rascher als ältere. Ein merkwürdiges Verhalten verschiedener Entwicklungsstadien fand Driesch (1903 *Änderungen*) bei Phallusia mammillata. Während die vollentwickelten und auch geschlechtsreife Ascidien (Schultz 1907 *III*) nach querer Halbierung regenerieren und auch die Bechergastrula [X, 21 oben] nach ähnlicher Schnittführung zwei Ascidien liefert [X, 21 *c*], ist das dazwischenliegende Stadium der Streckgastrula [X, 21, unten] außerstande zu regenerieren. Es entstehen zwei halbe Tiere [X, 21 *a* und 21 *a*], die je einem Vorderteile oder einem Schwanzteil entsprechen und bald zugrunde gehen. Die Ursache für dieses anscheinend paradoxe Verhalten liegt wohl in der Scheidung von zwei Teilen, deren Anlagen einander nicht mehr zu ersetzen vermögen. Später wird der Schwanzteil bekanntlich rückgebildet und die metamorphosierte Ascidie besteht wieder aus Teilen, die einander zu erzeugen vermögen, wie das auch die Knospung beweist. Vielleicht wird daher Mingazzini (1891) bei den Appendikularien, die zeitlebens die Schwanzsonderung beibehalten, mit seiner Prophezeiung recht behalten.

§ 5. Ebenso wie beim Amphioxus sind die appendikulaten Larven der Phallusia von sehr starrer Körperbeschaffenheit, was für das mangelnde Wundheilungsvermögen des vorderen Halbtieres aus der Streckgastrula in Betracht kommen mag.

Bei den regenerationsfähigen Ascidien erfolgt die Wundheilung rasch. So ist 24—48^{h} nach Exstirpation des Ganglions von Ciona ein heller, die Wundränder umfassender Wulst am getöteten Tiere zu bemerken (Schultze 1900).

Beim Verschlusse der Wunde eilt die Testa der Tunica interna voraus. Schon am sechsten Tage zeigt die Testa an der Operationsstelle nur noch eine stecknadelkopfgroße Öffnung, am siebenten Tage hat sie sich vollkommen geschlossen, während um dieselbe Zeit in der Tunica interna ein längsgestreckter, breiter Spalt, umgrenzt von den unverletzten, freien Rändern der regenerierten Membran sichtbar war; noch nach zehn Tagen kommunizierte die Kiemenhöhle mit dem Peribranchialraume. Nach Verschließung der Wunde finden sich regelmäßig Kiemenhöhle und

Peribranchialraum durch eine dünne Membran geschieden, die einerseits in die angrenzende intakt gebliebene Wand des Buccalsipho, anderseits in den mediodorsalen Teil der Kiemenwand übergeht („Regenerationsmembran" Schultze). Mit ihr vereinigt sich auch der Wundsaum des angeschnittenen Kloakalsipho; sie bildet die Grundlage für die Neubildung der entfernten Organe.

Bei weitergehenden Operationen finden oft unter Verschluß aller Öffnungen tiefgreifende Reduktionen in der plastischen Masse statt, die bis zu völliger Abrundung führen können [X, 20 *c*], worauf erst die Reparationsprozesse (vgl. § 7 *a*) einsetzen.

§ 6. Man kann bei den Ascidien drei große Körperabschnitte unterscheiden: den Kiemenkorb [X, 20, oberhalb *a*], den Eingeweidesack [zwischen *a* und *a*] und den Stolo [unterhalb *a*]. Jeder dieser Abschnitte ist den andern wiederzuerzeugen imstande (Circinalium concrescens — Caullery 1895 [X, 19], Clavellina lepadiformis — Driesch 1902 *Studien* [X, 20], Morchellium argus — Giard 1872 [X, 18]).

Schon aus diesen Angaben geht hervor, daß die Anwesenheit des Zentralnervensystemes zur Regeneration bei den Tunikaten nicht erforderlich ist.

Auch kann das im Winkel zwischen den zwei Siphonen gelegene Ganglion, bei Ciona intestinalis [X, 22 *a*] durch seine weiße Farbe auffallend, leicht für sich allein entfernt werden (Loeb 1892) oder durch einen krummen Scherenschnitt mitsamt den anliegenden Drüsenmassen und den über beiden liegenden Flimmerorganen herausgeschnitten werden (Schultze 1900). In allen Fällen regeneriert es.

§ 6 *a*. Bei diesen Regenerationen bleiben Bindegewebe und Epithelien stets deutlich abgegrenzt, so daß sie nicht auseinander hervorgehen dürften. Auch die Muskelfasern entstehen durch Wucherungen von den alten Bündeln aus [X, 22 *β*]. Da nach den neueren embryologischen Untersuchungen das Peribranchialepithel, der Mutterboden des regenerierten Ganglions, vom Ektoderm der Larve stammt, so bildet sich bei der Regeneration das Ganglion aus dem nämlichen Keimblatte wie bei der Embryogenese (Ciona — Schultze 1900).

Anders scheint es sich nach Reduktion der Clavellina zu verhalten. Hier erfolgt die Neubildung des Ganglions aus der Entodermblase. Seine Entstehung bei der Knospung in dieser

Tierart ist unbekannt (Schultz 1907 *III*). Die Angaben über das Verhalten der Keimblätter bei der Knospung anderer Manteltiere stimmen so wenig miteinander überein, daß sie zu einer definitiven Entscheidung nicht herangezogen werden können (Literatur vgl. § 1). Bei Circinalium bilden sich alle Organe bei Regeneration ebenso wie bei Sprossung (Caullery 1895 *composées*), das Ganglion also aus dem Dorsalrohre.

§ 7. Bei den Ascidien bilden sich alle entfernten Teile wieder. Außer den bereits erwähnten Körperabschnitten und dem Ganglion auch Endostyle [X, 18 β 1—2], Wimperzellen [X, 18 γ] (Morchellium — Giard 1872, Ciona — Mingazzini 1891) und Geschlechtsorgane. Bleiben die Testikel teilweise erhalten, so wachsen sie später nach rückwärts aus. Nach spurloser Entfernung beider Geschlechtsdrüsen treten zuerst freie Mesenchymzellen auf, später bildet sich ein Lumen, das mit Epithel ausgekleidet ist, und die neue Geschlechtsanlage sondert sich in das männliche und weibliche Organ. Das Ovar kann aber auch unabhängig vom Hoden regeneriert werden, wahrscheinlich immer, wenn letzterer vom zurückgebliebenen Vas deferens auswächst (Clavellina — Schultz 1907 *III*).

§ 7 *a*. Stolostücke der Clavellina, die doch seitlich Knospen treiben könnten, bilden sich in der Richtung der Längsachse unter Beibehaltung ihrer Polarität zu verkleinerten Ganzbildungen um [X, 20 γ] (Driesch 1902 *System*). Zuerst hellt sich das proximale Ende auf, dann wird das pulsierende Herz in der Mitte sichtbar und die Siphonen öffnen sich. Endlich bilden sich die Darmschlingen und einige Kiemenspalten.

Der Kiemenkorb als Restitutionsstamm kann entweder durch Reduktion bis zu einer kugeligen Blase und Wiederauffrischung [X, 20 ε], oder bloß teilweise Reduktion, Verschwimmen der Kiemenzeichnung kombiniert mit Sprossung (dem „gemischten Modus"), endlich nur durch Sprossung [X, 20 α] das Fehlende liefern (Clavellina — Driesch 1902 *Studien*).

Bei der Reduktion wird zunächst die reduzierte Masse von weißem Pigment erfüllt, das als Exkretionsprodukt beim Zerfalle anzusehen ist, aber später wieder verwendet zu werden scheint, da eine Aufhellung eintritt, ohne daß Entleerungen nach außen stattfinden (Schultz 1907 *III*). Beim gemischten Modus braucht das Ganglion nicht zu schwinden (Clavellina — Schultz 1907 *III*). Als Mingazzini (1891) an Ciona einen Sipho mit an-

liegendem Gehirne beließ, entstanden zwei neue Siphonen, während der alte degenerierte.

§ 7 *b*. Bei Exzision des Ganglions allein vergrößerte sich in Schultzes Versuchen (1900) der Buccalsipho auf Kosten des der Kieme sonst zukommenden Raumes. Hier sprossen dann Hypophysis und Ganglion hervor. Bei querem Abschnitte der ganzen vorderen Körperhälfte wird diese durch Sprossung wiedererzeugt. Auch bei Clavellina regeneriert der Eingeweidesack vornezu nach diesem Modus, sowie auch rückwärts den Stolo [X, 20 *a*]. Auch das Verbindungsstück zwischen Kiemenkorb und Eingeweidesack wird von letzterem sehr rasch erneuert (Clavellina — Driesch 1902 *Studien*). An der vorderen Regenerationsknospe treten die künftigen Stolonenöffnungen bei Clavellina als zwei gewellte Ringe auf, dann werden Kiemenkorb, Nerven usf. ausgebildet.

§ 7 *c*. Doch treten an Stelle von fünf bis zehn Kiemenspaltenreihen bloß drei bis vier auf, bei den aus Stolonenstücken erhaltenen Clavellinen sogar nur zwei bis drei. Da die Kiemenspaltenreihen normalerweise mit dem Alter des Tieres zunehmen, haben wir jugendliche Charaktere vor uns (Driesch 1902 *Studien*). Die Neubildung nach dem Reduktionsmodus folgt mehr der Knospen- als der Embryonalentwicklung. Bei der Entstehung des herzumschließenden Perikardes weicht die Regeneration sowohl von der Embryonal- als auch von der Knospungsentwicklung ab. Bei der Embryogenese soll nach Seeliger das Perikard unabhängig vom Epikarde gebildet werden; bei der Knospung entsteht Epikard und Perikard gemeinschaftlich aus dem Stolo-Entoderm; bei der Regeneration aber entsteht das Epikard als Auswuchs des Kiemenkorbes und das Perikard aus einer Ausstülpung des hinteren Teiles des Epikardes (Schultz 1907 *III*).

Das Cerebro-Medullarstadium der Ascidienontogenese fällt bei der Regeneration aus (Ciona — Schultze 1900). Bei der echten Regeneration durch Sprossung bilden sich alle Organe wie bei der Knospung (Circinalium — Caullery 1895).

§ 8. Am Eingeweidesacke von Clavellina tritt schon nach drei Tagen eine Regenerationsknospe auf, nach sechs Tagen erscheinen die gewellten Ringe als Anlagen der Siphonenöffnungen, nach acht Tagen ist der Kiemenkorb beendet (Driesch 1902 *Skizzen*). Nach Einschnitten parallel zu den Siphonenöffnungen werden bei Ciona in einer Woche Augenflecken sichtbar (Loeb

1892). Für die Regenerationsprozesse nach Ausschnitt des Ganglions an derselben Tierart macht Schultze (1900) folgende zeitliche Angaben: nach 24—48^{h} heller Wulst längs des Wundrandes, nach zwei Tagen breiter Saum, am sechsten Tag an der Testa bloß stecknadelkopfgroße Öffnung, am siebenten Tage vollkommener Verschluß, Tunica interna spaltförmig offen, selbst nach zehn Tagen noch Kommunikation der Kiemenhöhle mit dem Peribranchialraume. Nach einer Woche ist schon die Anlage des Ganglions sichtbar.

Bei Circinalium machte Caullery (1895 *composées*) die Beobachtung, daß der Verdauungstrakt samt dem Kiemenkorbe in vier Tagen völlig erneuert wurde, daß es aber länger dauerte, wenn vom Verdauungstrakte ein Stück gelassen worden war, obzwar dieses selbst zur Regeneration beiträgt. Wenn bloß der terminale Teil, der Kiemenkorb, abgeschnitten worden war, brauchten die einzelnen Organe auch drei bis fünf Tage zur Regeneration.

Teile des Kiemenkorbes von Clavellina, transversal oder longitudinal halbiert, sowie regenerierte Kiemenkörbe und regenerierte Eingeweidesäcke, abermals entfernt, sind selbst der Regeneration fähig und werden auch wieder regeneriert (Driesch 1902 *Studien*). Abgeschnittene Siphonen von Ciona regenerieren, je öfter entfernt, innerhalb eines Monates zu immer größerer, über das Normale hinausgehender Länge (Mingazzini 1891). Bei der Reduktion und Neubildung der Clavellina, wenn also die Genitaldrüsen neu aus Mesenchymzellen gebildet werden, geht die Entwicklung dieser Organe so viel rascher als bei der Knospe vor sich, daß wir geschlechtsreife Formen erhalten können, bei denen noch nicht alle Organe gebildet sind („Progenese" — Giard). So erhielt Schultz (1907 *III*) ein Präparat, wo die Testikel weit verzweigt und, wie es schien, mit reifen Spermatozoen angefüllt waren, die Eier schon helle Keimbläschen enthielten, während der Enddarm noch nicht in die Cloake durchgebrochen, der Peribranchialraum noch klein war, die Kiemenspalten und das Ganglion fehlten und die Ingestionsöffnung sich nicht nach außen geöffnet hatte.

Den günstigen Einfluß höherer Temperatur betont für Circinalium Caullery (1895 *composées*), für Ciona Schultze (1900), denjenigen sauerstoffreichen Wassers auch Driesch (1905 *Skizzen*) für die Auffrischung von Clavellina. Nach Schultz (1907 *III*) wird das später zur Reparation verwendete weiße

Pigment dieser Art an denjenigen Stellen produziert, wohin der reichste Sauerstoffstrom gelangt.

§ 9. Versuche, durch Einstecken der invers orientierten Kiemenkörbe von Clavellina in Sand eine Umkehr der Polarität zu erzielen, schlugen fehl, indem die alten Kiemenkörbe abstarben, aber neue seitlich hervorsproßten und sich aufwärts krümmten (Driesch 1905 *Skizzen*). Die Möglichkeit der polaren Heteromorphose bei dieser Art zeigte sich jedoch einmal durch das Auftreten einer hantelförmigen, biapikalen Form bei Restitution am Kiemenkorbe (Driesch 1902 *Studien*). Bei Ciona erhielt Loeb (1892) Heteromorphosen durch Einschnitte, welche parallel zu einer Siphonenöffnung in einen Sipho gemacht wurden [X, 22 g]. Es bildeten sich dann nicht nur längs des unteren Schnittrandes Ocellen aus, sondern auch längs des oberen, also aboralen Randes [X, 22 g_1], endlich bildete sich ein seitlicher akzessorischer Sipho aus [X, 22 g_2]. Einen solchen sah auch Schultze (1900) meist bei seinen Ganglionexstirpationen auftreten und hält denselben, nach Muskelring und Tentakelchen urteilend, für einen Buccalsipho.

§ 10. Durch mehrere Einschnitte entstehen mehrere akzessorische Röhren (Loeb 1892). Öfter regeneriert das exstirpierte Ganglion in Form mehrerer kleinerer (Loeb 1892) und auch der sonst einfache Ausführungsgang der Hypophysis kann doppelt werden (Schultze 1900).

Giard (1872) fand bifurkierte Exemplare von Morchellium argus und ahmte dieselben durch Längsspaltung nach.

VIII. Kapitel.

Wirbeltiere (Vertebrata).

§ 1. Daß bei den Wirbeltieren auch nach Erreichung der definitiven Form ein reger Austausch abgenutzter Teile stattfindet, ist einem jeden aus eigener Erfahrung bekannt.

Die Fische, Amphibien und Reptilien unterscheiden sich insofern von den Vögeln und Säugetieren, als bei jenen nicht kurz nach Eintritt der Geschlechtsreife eine definitive Größe erreicht wird, sondern auch später noch ein kontinuierliches

Wachstum stattfindet. Die Erneuerung der Oberhaut erfolgt bei Reptilien und Amphibien durch eine regelrechte Häutung (Dürigen 1858, Fraisse 1885, Knauer 1879, Todaro 1878; insbesondere: Phrynosoma Douglasi — Hoffmann 1879, Rana — F. E. Schulze 1867, Platydactylus — Fröhlich 1879, Lacerta — Harting 1880, Ophidia — Braun 1869, Cartier 1873, 1874, Durieu 1858 usf.) und ein ähnlicher Vorgang wurde bei manchen Fischen beobachtet (Baudelot 1867). Bei den Vögeln tritt der Ersatz von Oberhautgebilden durch die „Mauser" ein (Heinroth 1898, Samuel 1870 usf.). Die Säugetiere erneuern kontinuierlich durch Zellenbildung unter Mitose die abgenützten Epithelien (Drasch 1886, Biesiadecki 1867 usf.). Große Ähnlichkeit mit der Amphibienhaut haben die Auskleidungen von Uterus (Kiersnowski 1894, Mandl 1896, Nolf 1895, Noll 1895) und Vagina (Lataste 1892, 1893, Moreau 1888) und unterliegen wie jene simultanen periodischen Erneuerungen.

Die in den Epithelien eingelagerten Drüsen werden von den Amphibien nach energischer Funktion doch erst sehr langsam aus den jüngsten Elementen ersetzt; so braucht nach Vollmier (1893) die Hautdrüse von Triton alpestris einige Monate, um aus dem Rete Malpighi neu gebildet zu werden (vgl. auch Plethodon — Esterly 1904).

Im hinteren Darmabschnitte vom Molche und im Ösophagus vom Frosch erfolgt die Regeneration der Drüsenzellen durch tieferliegende Schleimzellen, welche zwischen den ausgewachsenen Elementen mitotisch sprossen und im Ösophagus in zweierlei Art, als hellere für die Flimmerzellen, als schleimhaltige für die Becherzellen bereitliegen (Sacerdotti 1896). Auch bei den Säugetieren geht das neue Epithel des Magens aus mitotischer Teilung der Magengrundzellen hervor (Bizzozero 1888).

Die Leber der Selachier enthält an der Vene kleinere gedrängtere fettärmere Zellen, die wahrscheinlich zu ihrem Ersatze bestimmt sind (Pilliet 1890). Bei den Säugetieren soll im ganz ausgewachsenen Zustande keine mitotische Teilung im Drüsengewebe der Leber oder anderer Organe, Nierenepithel, Meibomsche Drüsen, stattfinden, ja selbst ihr Wachstum soll bald nach der Geburt mehr auf Hyperplasie der Zellen als auf Zellvermehrung beruhen (Podwyssozki 1886).

Anders verhalten sich jedenfalls die Keimdrüsen. Die Eier entstehen beim Neugeborenen wie auch später stets durch neue

Mitosen aus dem in das Ovarialparenchym sich einsenkende Epithel (Lothrop 1890, Paladino 1894). Die bei den Fischen im Ovar bei jeder Laichperiode zurückbleibenden Eier gehen zugrunde und bei der nächsten werden neue gebildet (Pleuronectes, Solea, Rhombus usw. — Cunningham 1894, Lepadogaster — Guitel 1889). Im Hoden ist der erste Regenerationsprozeß bei der Maus bereits in der vierten Lebenswoche vollendet und es wiederholt sich dann periodisch die Erneuerung aus dem vorderen indifferenten Hodenabschnitte (Hermann 1889). Im allgemeinen regenerieren sich im Hoden der Säugetiere die Zellfamilien nach jedem dritten Schube von Spermatozoïden vom Stammepithel aus (Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Kater, Schwein, Stier — Niessing 1889). Das „Biddersche Organ“ schwindet bei der weiblichen Kröte im Frühjahre und regeneriert nach jeder Geschlechtsperiode; beim Männchen unterliegt es bloß Größenschwankungen (Knappe 1886).

Lebhafte physiologische Regeneration findet im Auge, nicht nur in der Retina („Sehpurpur“ — Ewald 1877, 1878 usf.), sondern auch in anderen Schichten, Hornhaut usw. (Cadiat 1876, Cleland 1868, Krause 1870, Schneider 1862) statt.

Blutgefäße (Heitzmann 1873) und Blut (Benda 1896, Engel 1893 u. v. a.) werden rasch erneuert.

Einzelne, auf verschiedene Gruppen unter den Wirbeltieren beschränkte Organe unterliegen starker Abnutzung und sind durch besondere Regenerationsvorgänge charakterisiert. Allbekannt sind die Zahnwechselvorgänge der Säuger, während bei den Anamniern Osteoblasten in der Ethmoïdalregion des Schädels für den Ersatz der allmählich verbrauchten Zahnmassen sorgen sollen (Esox — Solger 1889). Die Giftzähne der Schlangen werden bei Jungen schon nach drei Tagen (Vipera — Eiffe 1889), später im Sommer alle sechs Wochen gewechselt (Vipera — Kathariner 1897; vgl. auch Tomes 1876). Während die auswechselbaren Zähne der meisten Säugetiere nach ihrer Auswechslung definitive Form und Größe erlangen, wachsen die Vorderzähne der Nager [XII, 24] und einiger anderer fort. Sie erreichen, durch einen unglücklichen Zufall an ihrer natürlichen Abnutzung gehindert, dann abnorme Länge und Form. So konnte sich bei Ausfall des Unterkieferzahnes der darüber befindliche Oberkieferzahn des Hasen ringförmig gestalten (Lepus timidus — Landois 1904 [XII, 24 *a*]).

Analoge Fälle finden wir beim Schnabel der Vögel, wo in-

folge Abweichung eines Kiefers aus der natürlichen Lage ein ungehemmtes Weiterwachsen statthatte (Papagei — St. Hilaire 1837 [XII, 15 *o*], M. Schmidt 1866 [XII, 15 *u*], Owen 1832, Neubert 1866, Loxia — Doebner 1865, Passer domesticus [XII, 13], Corvus frugilegus [XII, 14 *o* und *u*] — Hermann 1877, Sturnus vulgaris — Bartsch 1877 u. a. m.; vgl. Larcher 1873).

Nach einigen älteren Angaben würde beim Schnabel auch eine Erneuerung der ganzen Hornschichte in einem Stücke gelegentlich vorkommen. J. Wolf (1803) weist auf eine „M." gezeichnete Notiz im Reichsanzeiger Nr. 320 (1802) hin, in der von einem Nachtvogel, einer Art Nachtigall, berichtet wird, es habe sich die alte Hornschichte vom Schnabel abgelöst und sei darunter ein gelblicher, neuer Schnabel zum Vorscheine gekommen. Wolf hat dann selbst bei einem Schwarzspechte (Picus martius) und einem Schneehuhne (Lagopus) beim Ausstopfen bemerkt, daß im alten Schnabel ein zweiter, schwärzlichblutroter, an Härte dem alten fast gleicher Schnabel stak.

Gleich Nagetierzähnen und Vogelschnäbeln finden wir konstante Abnutzung gepaart mit fortdauerndem Wachstume an mehreren anderen terminal stehenden Organen. Die Nägel und Hufe sind bekannte Beispiele. Ist z. B. den Hufen von Rindern keine Gelegenheit zur Abnutzung gegeben, so wachsen sie zu langen stiefelartigen Fortsätzen aus, den sogenannten „Stallhufen" (Schmuck 1679 [XII, 23]).

Periodischer Erneuerung unterliegen die Schwanzanhänge der Klapperschlange (Crotalus horridus — Mole 1895) und die Geweihe der Hirsche (Cuvier 1835, Rörig 1900, 1901 u. v. a.), ohne daß hier von einer entsprechenden Abnützung gesprochen werden könnte*).

§ 2. Die Fische vermögen noch sehr große Verluste zu überstehen und durch Regeneration auszugleichen. Léger (1897) berichtet, daß zwei Lungenfische, Protopterus annectens, aus der Enkystierung mit von Diplococcus invasierten Wunden hervorgekommen waren. Ein zerstörtes Auge und der hinter dem zweiten Extremitätenpaare abgerissene Schwanz sowie Vorderflossen ersetzten sich wieder. Größere oder geringere Verluste am hinteren Körperende führen zu jenen verkürzten Fischen, die in der Natur

*) Einer Notiz von A. Sokolowski in der „Umschau" 1908 zufolge wurde bei einem afrikanischen Nashorne Hornwechsel beobachtet.

ab und zu gefunden werden (Syngnathiden — Duncker 1904, 1906, 1907, Malm 1862, Esox lucius — Hofer 1894, 1901 [XI, 7*a*, IV], Tiedemann 1819 [XI, 7*a*, II])*), und wie wir später sehen werden (§ 9), auch experimentell erzielt wurden.

Verluste von Flossenstücken sind überaus häufig und können zu hypertrophischen Bildungen Veranlassung geben (Buschkiel 1906, 1907), wenn sie durch Haltung vieler Exemplare in einem Becken wiederholt sich ereigneten. Auch die Amphibien fallen einander bei beschränktem Raume und Futterverhältnissen gern an und fressen sich Kiefer, Augen (Weismann 1889), Kiemen und Extremitäten ab (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*). Hiervon macht auch der Grottenolm keine Ausnahme entgegen der Annahme Weismanns, daß er, in den Höhlen vor Feinden geschützt, bloß gelegentlich die Kiemen, nicht aber die Extremitäten verliere. Man findet in der Natur verstümmelte Exemplare und bei Haltung von vielen Olmen in verhältnismäßig kleinen Behältern konnte Kammerer (1905 *Ausnahmen*) das Abfressen der Beine direkt feststellen. Derselbe Autor sah bei Triton blasii, dem Bastarde zwischen T. marmoratus und T. cristatus, erst bei der Regeneration den Kamm des männlichen Hochzeitskleides „fein ausgezackt“ erscheinen, während seine von Wolterstorff gezogenen Exemplare ursprünglich keine Zacken aufgewiesen hatten. Er mutmaßt daher, daß De Bedriaga, der den Kamm von Triton Blasii als „unregelmäßig und fein ausgezackt“ beschrieb, streckenweise regenerierte Kämme vor sich gehabt habe.

Autotomie ist mir bei den Fischen nicht, bei den Amphibien nur in einem Falle bekannt, aber ohne daß es sich um besonders präformierte Bruchstellen handeln würde. Werner (1900) berichtet nämlich, daß der Schwanz des kolumbischen Höhlenmolches, Spelerpes adspersus, wie bei vielen Eidechsen leicht abbreche, jedoch nicht wie bei diesen intravertebral, sondern intervertebral.

Hiermit sind wir beim einzigen typischen Autotomiefalle unter den Wirbeltieren, beim Saurierschwanze [XII, 5*a*], angelangt. Bei den Eidechsen und anderen Sauriern, nicht bei Heloderma, den Amphisbaeniden, Chamaeleo und Varanus, besitzt jeder Schwanzwirbel eine Querteilung [XIV, 11 *X* und *X'*] (Hyrtl 1853, Leydig 1872), an der er leicht abgebrochen werden

*) Neuerdings: J. Fiebiger, ein Karpfen mit fehlender Schwanzflosse. Österr. Fischereizeitung, **1908**.

kann (Lacerta — H. Müller 1863, Ernst Müller 1896). Contejean (1890) untersuchte den Mechanismus dieser Autotomie. Elektrische Reizung hatte den besten Erfolg. Wurde eine Eidechse vorsichtig am Schwanze aufgehängt, konnte sie sich nicht befreien, außer bei starker Versengung des Schwanzes. An geköpften Eidechsen ging die Autotomie noch leichter vor sich als an ungeköpften. Selbst das unmittelbar vor den Hinterbeinen abgeschnittene Tier konnte noch autotomieren, aber nicht mehr, wenn es unmittelbar hinter den Beinen abgeschnitten wurde. Es ist daher ein Reflexzentrum zwischen den Hinterbeinen anzunehmen.

Der Abbruch wird durch eine S-förmige Krümmung des Schwanzes eingeleitet; die Muskeln [XIV, 11 rot], welche von einem zum andern Schwanzsegmente verlaufen, reißen ab, einer Kontraktion durch die paarigen Ganglien [XIV, 11 *a*, punktierte Ovale] Folge leistend, und verhindern eine starke Blutung. Frédéricq (1883) hatte auch an der Blindschleiche das schwere Abreißen des Schwanzes bei Aufhängung konstatiert.

Sonst bricht der Schwanz bei Anguis fragilis ab, wird aber nicht sehr rasch ersetzt (Fraisse 1885). Ähnlich verhält sich Ophisaurus ventralis (Burnett 1853). Der verwandte Ophisaurus moguntinus aus dem Ober-Oligozän von Rott wurde in einem Fossile mit regeneriertem Schwanze angetroffen (Lydekker 1888).

Regenerierte Schwänze werden bei den verschiedensten Echsen sehr oft im Freien angetroffen (Fraisse 1885), was auf ihren häufigen Verlust schließen läßt (Werner 1896, Arten vgl. §§ 3, 7, 10), darunter sehr oft doppelte und dreifache Schwänze (vgl. § 10), die wohl zuerst von Néedham (1750) auf Regeneration nach Verlust zurückgeführt worden waren. Nach Tofohr (1903 *Eidechsen*) sind letztere unter den Geckonen am häufigsten.

Nur schwer kann der Schwanz außer bei den schon nach Hyrtl der präformierten Bruchstellen entbehrenden Gattungen auch bei den mit Greifschwanz versehenen Arten (Stenodactylus guttatus, Cophotis, Phrynocephalus mystaceus u. a.), ferner bei Xiphoceras, Corucia zebrata und wahrscheinlich Agamura persica abgerissen werden (Werner 1896). Über die Regeneration dieser Arten ist nichts bekannt.

Unter den Säugetieren zeigen die Bilche (Myoxidae) eine Art Autotomie des Schwanzes, indem die Haut desselben bei rauhem Angriffe leicht durchreißt und kappenförmig abgezogen

wird, worauf der Bilch entflieht. Der blutig zurückbleibende nackte Stumpf wird beim Gartenschläfer (Eliomys quercinus = Myoxus nitela [XII, 25] — Lunel in Fatio 1869, Hecht in Cuénot 1904, Helm 1887, Noll 1891), beim Siebenschläfer (Myoxus glis — Schacht 1872, Coester 1888, Cuénot 1907, Zimmermann 1906*) und bei der Haselmaus (Muscardinus avellanarius — Cuénot 1907, Frenzel 1891, Handmann 1905) vom Tiere abgenagt oder abgestoßen, und es tritt eine gewisse Regulation des Schwanzendes ein (vgl. § 7 *e*). Unter den Mäusen weist die Waldmaus (Mus sylvaticus — Cuénot 1907, Lataste 1887—89) eine ähnliche Autotomie auf, auch die Hausratte (Mus rattus — Lataste 1887), schwächer die Wanderratte (M. decumanus), gar nicht die Hausmaus (M. musculus — Cuénot 1907). Als eine defensive und autophage Selbstverstümmlung verbindende Tat kann auch die Befreiung des Fuchses durch Abbiß des in der Falle gefangenen Fußes angesehen werden (Giard 1897 *Autotomie*). Zu Reproduktionsvorgängen in Beziehung steht die Abstoßung der Plazenta bei den plazentalen Säugern (vgl. § 1 über Regeneration der dabei verletzten Häute).

Bei den Vögeln kommt eine reparative Autotomie angeschnittener Federn zustande. Diese werden, falls ihr Keimlager verletzt wurde, abgestoßen, und es tritt eine Neubildung ein (Columba — Samuel 1870). Einige Male wurde der Verlust des Schnabels bei kämpfenden Vogelarten (Storch — Kennel 1882, Hahn — Bordage 1898 *bec*) oder bei kletternden durch Sturz (Papagei — Hausmann in Barfurth 1903), endlich bei holzbearbeitenden (Specht, Picus major — Büchele in Larcher 1873) beobachtet und nachfolgende Regeneration konstatiert (vgl. § 3).

§ 3. Für alle Klassen der Wirbeltiere, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere liegen Beobachtungen und Versuche über Regeneration vor, doch sind die verschiedenen Unterabteilungen in sehr verschiedener Weise daran beteiligt.

In der Körpermitte entzweigeschnittene oder des Kopfes beraubte Wirbeltiere gehen bald zugrunde, doch machen die Cyklostomen insofern eine Ausnahme, als sie selbst mehrere Wochen in diesem Zustande zu leben vermögen**). Nach Abtragung von drei Vierteln des Kopfes erhielt Duméril (nach De-

*) Auch Henneberg **1908** vgl. § 7 c!

**) Nach unpublizierten Versuchen Biberhofers über deren Regeneration.

marquay 1874) einen Salamander noch am Leben; es trat Vernarbung unter Verschluß aller Öffnungen ein.

Junge Fische können, vor dem After entzweigeschnitten, am Leben bleiben und eine gewisse Regulation (vgl. § 4, 9) vornehmen. Alle übrigen Regenerationen bei Wirbeltieren beziehen sich auf Gliedmaßen, Schwanz oder kleinere andere Körperabschnitte und innere Organe.

Im Grade der Regenerationsfähigkeit unterscheiden sich die Anamnier, also Fische und Amphibien, scharf von den Amnioten, also Reptilien, Vögeln und Säugetieren, insofern erstere die Gliedmaßen nach der Geburt noch zu ersetzen vermögen, letztere nicht mehr.

Diese Gegenüberstellung gründet sich auf die gesamte, mir zugängliche einschlägige Literatur und die experimentelle Nachprüfung der als Ausnahmen proklamierten Fälle.

Zunächst muß die auch in Lehrbücher eingedrungene Angabe von der geringen Regenerationsfähigkeit der Fische gegenüber den Amphibien zurückgewiesen werden, da bei allen untersuchten Arten Flossenregeneration eintrat, worüber weiter unten Einzelheiten mitgeteilt werden.

Unter den geschwänzten Amphibien sollten einzelne Arten im Gegensatze zu ihren nächsten Verwandten kein oder doch nur ein verschwindend geringes Regenerationsvermögen besitzen, so nach Schreiber (1878) und Fraisse (1885) der marmorierte Molch Triton marmoratus [XI, 16], nach Weismann (1899) der Grottenolm Proteus anguinus [XI, 13], nach Wiedersheim (1875) auch der Armmolch Siren lacertina, nach Semon (1905) der Brillensalamander Salamandrina perspicillata [XI, 20], nach Berg (1893) der italienische Höhlenkriecher (Spelerpes fuscus). Allein Kammerers (1905 *Ausnahmen*) Nachprüfung hielt keine*) dieser Angaben stand. Triton marmoratus regenerierte unter sonst gleichen Verhältnissen das Bein in derselben Zeit wie der nahe verwandte Triton cristatus oder der zwischen beiden stehende Bastard T. Blasii. Die früheren negativen Angaben sind wohl namentlich durch die Hinfälligkeit der Art entstanden. Der Grottenolm, bei dem übrigens Goette (1879) Beinregeneration nach 1½ Jahren und Fraisse (1885) allerdings bloß langsame Schwanzregeneration beobachtet hatten, regenerierte sogar, wie es seiner

*) Die Publikation über Spelerpes fuscus und Siren lacertina geschah erst im Zentralblatt für Physiologie, XXII, 291, 1908.

tieferen Stellung im Systeme nach erwartet worden war, rascher als die Tritonen. Wahrscheinlich hatten die früheren Experimentatoren ihre Olme in zu kaltem Wasser gehalten, unzweckmäßig gefüttert und die Tritonen an Größe übersteigende Exemplare verwendet.

An Siren hatte bereits Erber (1876) Regeneration von Kiemen und Bein beobachtet; Kammerer ergänzte diese Angaben durch messende Versuche, welche bedeutende Regenerationsgeschwindigkeit erkennen ließen. Vom Brillensalamander konnte seiner höheren Stellung halber eine langsamere Regeneration erwartet werden; diese traf auch in Kammerers Versuchen ein, so daß wahrscheinlich bei Semon bloß eine zu kurze Beobachtungszeit an dem negativen Ausfalle Schuld trug. Hingegen scheint die Schwierigkeit, bei Spelerpes fuscus Regenerate zu erhalten, mehr auf einer größeren Sprödigkeit seiner Gewebe im Gegensatze zu seinen Gattungsgenossen Sp. ruber und maculicaudus zu beruhen, die eine rasche Heilung verhindernd noch lange Zeit nach der Operation zu Infektionen Anlaß bieten kann, welche entweder den Tod des Tieres herbeiführen oder — was auch beim Grottenolme gelegentlich beobachtet wurde — die Regeneration aufhalten. Diese Infektionen, namentlich bei Quetschwunden, sowie Schwanzregeneration nach querer Amputation hatte bereits Berg (1893) korrekt beschrieben.

Die Leugnung der schon von Spallanzani (1769) behaupteten Regenerationsfähigkeit der Froschbeine durch Fraisse (1885) beruhte, wie unten (§ 4) auseinanderzusetzen sein wird, auf der Verwendung zu alter Stadien der betreffenden Arten.

Was man den Fischen und Amphibien absprechen wollte, hat man den Reptilien zuzusprechen versucht: Eiffe und Egger (1888) beschrieben eine sirenenartige Bildung an einem Beine von Lacerta vivipara [XII, 6], die der Beschuppung und dem sonstigen Charakter der Gewebe nach als Regeneration angesehen wird. Allein die Zeit des Verlustes der Gliedmaße war nicht bekannt, so daß es sich ebensogut um eine embryonale Regeneration handeln kann oder sogar um eine bloße Verkümmerung. Werber (1905 *Eidechse*) amputierte einzelne Zehen an der Zauneidechse, Lacerta agilis, und beobachtete noch nach fünf Monaten (Juni bis November) keine Veränderung am Amputationsstumpfe. Negative Resultate erhielt auch Tofohr (1903 *Operationen*) nach Amputation eines Hinterbeines an der Landschild-

kröte und eines Vorderbeines am Chamaeleon, obzwar er diese sonst sehr hinfällige Art sechs Monate weiter beobachten konnte.

Die Regeneration des Schwanzes wurde außer für die angeführten Schwanzlurche auch für eine Reihe von Reptilien in Abrede gestellt, obzwar diese im allgemeinen den Schwanz zu ersetzen vermögen.

Nach Gachet (1834) ginge dieses Vermögen allen außerhalb der Echsen ab, auch dem Chamäleon. Doch berichtet Werner (1896), bei den zur Familie der Dipsadinen gehörigen Gattungen Chrysopelea und Psammophis, welche unter allen Schlangen den Schwanz am leichtesten verlieren, kegelförmige Narben gesehen zu haben.

Neuerdings*) erzielte Kammerer sowohl bei unseren gewöhnlichen Nattern (Coluber longissimus und Tropidonotus natrix) bedeutendere Schwanzregenerate, als auch bei der Sumpfschildkröte (Emys orbicularis) völlige Wiederherstellung des Schwanzes. Die von Werner 1896 noch unter die Ausnahmen gerechneten Krokodile sind von ihm selbst (in Przibram 1902 „*Ergebnisse*") nach einem am Alligator gefundenen Regenerate [XII, 8 *a*] wieder ausgeschieden worden; dagegen sind positive Befunde für die Warane, für Heloderma, die Amphisbaeniden und andere Formen mit besonders zu Waffen, Greiforganen usw. spezialisierten Schwänzen noch ausständig. Nach Fischer (1882 *Leguane*) sollen der Leguan (Iguana tuberculata) und das Chamäleon (1882 *Chamäleon*) den Schwanz nie ersetzen, aber freilich auch den Verlust nicht lang überleben. Bezüglich des Leguans stehen dem die positiven Angaben von Boulenger (1888), Gachet (1834), H. Müller (1864) und Ridewood (1905) gegenüber. Insbesondere das Chamäleon erkrankt leicht am Brande. Von dieser Krankheit ergriffene Schwänze regenerieren weder am Chamäleon noch am Hardune Agama stellio (Tofohr 1903 *Operationen*).

An letzterer Art fand jedoch Werner (1896) Regenerate in der Natur, so daß wohl auch der Chamäleon-Fall Vorsicht gebietet. Es kann sich leicht, wie bei Spelerpes, um eine fast regelmäßig eintretende Infektion infolge der Gewebesprödigkeit handeln.

Der Schwanz der Säugetiere, über den die durch eine alte Mode so überaus häufig an Pferden, Hunden und Katzen vor-

*) Zentralbl. f. Physiol. XXII., **1908.**

genommenen Kupierungen Aufschluß geben, wächst bloß zu einer kegelförmigen Narbe aus. Nach Amputationen des Mäuseschwanzes, die Weismann und Rizema Bos zur Prüfung der Vererbung von Verletzungen angestellt hatten, trat nirgends Regeneration ein, auch nicht bei der Waldmaus in Cuénots (1907) Versuchen (vgl. § 2).

Gewisse Anzeichen, daß bei niedriger stehenden Formen dennoch der Schwanz auch an Säugetieren bis zu einem gewissen Grad ersetzt werden kann, finden sich in den bereits zitierten Funden von Thomas und Ridewood (1905), die an Bilchen, Graphiurus und Eliomys an offenbar unvollständigen Schwänzen eine griffelförmige Verlängerung des letzten Wirbels vorfanden.

Über die eventuelle Regeneration des sehr kurzen Vogelschwanzes liegen keine Anhaltspunkte vor.

Im Gegensatze zu jenen Vögeln, die bei ihren Kämpfen oder beim Klettern den Schnabel leicht beschädigen, sollte nach einer, freilich bloß an einer alten Gans angestellten Beobachtung Hübners (1902) das Regenerationsvermögen des Schnabels den Entenvögeln abgehen, da bei ihnen ein Verlust äußerst selten vorkäme. Werbers Versuche an Gänsen [XII, 10 *a*] und Enten (in Przibram 1906 *Stuttgart*) sind aber positiv ausgefallen. Auch aus einem andern Grunde, bemerkt Werber (1905 *Eidechse*), bestehe die von Bordage (1898 *bcc*) und Weismann (1899, 1902) gedachte Beziehung zwischen Verlustwahrscheinlichkeit geschlechtlicher Zuchtwahl und Schnabelregeneration bei männlichen kämpfenden Vögeln kaum zu Recht, weil nämlich auch die weiblichen Hühner nach Werbers Beobachtungen die Schnabelspitzen sehr rasch ersetzen.

Der Wiederersatz der Augenlinse wurde im Gegensatze zu den Schwanzlurchen bei Fischen (Fundulus) von Morrill (1906) und Säugetieren von Backhausen (1827) angezweifelt, aber bereits von letzterem Beobachter in einem Falle selbst erhalten (später noch von Gayat 1872, 1875 geleugnet). An Säugetieren werden wir noch zahlreiche positive Versuche anführen können; die Regeneration der Fischlinse ist in neuester Zeit ebenfalls mehrfach gelungen (Salmo — Röthig 1898)*).

---

*) Auch J. Grochmalicki, Über die Linsenregeneration bei den Knochenfischen. Z. f. wiss. Zoologie. LXXXIX. 164—172. **1908.** — Polnisch: Verlag d. Gesellschaft zur Unterstützung poln. Wissensch., Lemberg, (2) I., Heft 4. **1908** — und A. Černý nach noch unpublizierten Versuchen an Carassius.

Die Regenerationsfähigkeit innerer Organe ist von Weismann (1899) auf Grund seiner Theorie, der geraden Abhängigkeit der Regenerationsgüte von der Verlustwahrscheinlichkeit, in Abrede gestellt worden. Dieser Forscher versuchte es auch, den Beweis für seine Behauptung zu erbringen, indem er Tritonen die Hälfte der einen Lunge oder Teile des Samen-, respektive Eileiters abschnitt. Bloß in einem Falle, bei einer Lunge, sah er bei der nach mehreren Monaten vorgenommenen Sektion eine neue, spitze Lungenendigung zugewachsen (Weismann 1903) [XI, 18].

Ausgedehntere Versuche Muftićs (1907) ergaben für die Tritonenlunge noch keine deutlichen Resultate, wohl aber für die Lungen von Salamandra maculosa, [XI 19, *rl*], Bufo vulgaris [XI, 21] und Rana esculenta.

Auch die Milz der Urodelen ist nach Versuchen Daibers (1906) an jungen Axolotln (Amblystoma) regenerationsfähig, desgleichen jene der Frösche, Hühner und Kaninchen nach Versuchen Cecchinis (1886), an letzteren Tieren und Wanderratten („Surmulots") nach Philippeaux (1867 *rate*). Die ältere, negative Angabe Ceresoles (1895), Kaninchen betreffend, bezieht sich namentlich auf restlose Entfernung des Organes, eine Operation, nach der auch die übrigen Beobachter die Regeneration ausbleiben sahen.

Bei den Säugetieren ist übrigens durch eine lange Reihe von experimentellen Untersuchungen das Regenerationsvermögen fast aller innerer Organe [XIV, 1] geprüft und, soferne es sich nicht um Totalexstirpation handelte, bis zu einem gewissen Grade in positivem Sinn entschieden worden. Ich verweise auf die nun folgende Aufführung aller jener Teile, die innerhalb der einzelnen Klassen regenerieren, und hebe hier bloß hervor, daß auch die Geschlechtsdrüsen (Hoden — Sanfelice 1887, Prostata — Piccoli 1900, doch negativ: Maximow 1899; Eierstock — Maximow 1900, Pugnat 1900) inbegriffen erscheinen.

Hiermit können wir die angeblichen und wirklichen Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit unter den Wirbeltieren verlassen und uns der systematischen Aufzählung aller bekannten Wirbeltierregenerate zuwenden.

Unter den Fischen fehlen für Neunaugen (Cyklostomen) und Haie (Selachier) alle direkten Versuche an entwickelten Tieren, wir sind daher bezüglich ihrer regenerativen Potenzen

auf die Eiversuche (vgl. I. „Embryogenese“) und gelegentliche Mißbildungen angewiesen, die vielleicht regenerativen Ursprunges sind (vgl. § 9 [XI, 2] und § 10 [XI, 1 *g*]).

Ferner fehlen alle Angaben über Schmelzschupper (Ganoïden), Haftkiefer (Plectognathi), Weichflosser (Anacanthini). Die Lungenfische (Dipnoï) regenerieren die vorderen Flossen (Lepidosiren — Goeldi 1898, Budgett und Kerr in Brindley 1900; Protopterus [XI, 3 *f*] — Boulenger 1891, Brindley 1900, Hopley 1891, Légér 1897), auch Schwanz (Brindley 1900, [XI, 3 *a*], Légér 1897) und Auge (Légér 1897).

Die Büschelkiemer (Lophobranchii) regenerieren Schwanzflossen und große Strecken des Schwanzes (Syngnathus acus [XI, 4 a_1—a_2] — Duncker 1906, 1907; Hippocampus brevirostris — Duncker 1907, und viele Naturfunde: Syngnathus-Arten, Phyllopteryx, Corythroichthys, Trachyrrhamphus, Stigmatophora, Nerophis — Duncker 1907, Dorichthys, Gastrotokeus — Duncker 1906, Siphonostoma — Malm 1862, Duncker 1905, 1907).

Die Edelfische (Physostomi) regenerieren Bartfäden (Callichthys punctatus — Roth 1905, Malapterurus electricus, auch Naturfund von Acanthopsis — Köhler 1904, Amiurus nebulosus [XI, 11 *f*] — N. N. „La Nature“ 1903), Hautstücke mit den Schleimdrüsen (Silurus glanis — Oxner 1905), Schuppen, Stücke des Unterkiefers, die Kiemenbogenmembran — jedoch ohne das knöcherne Operculum — und alle Flossen (Fundulus heteroclitus [XI, 8] — Morrill 1906).

Unter diesen befinden sich also sowohl die paarigen als auch die unpaaren Flossen (Carassius auratus — Suworow 1904). Zu den paarigen gehören die Brust- oder Pektoralflossen [*pe*] (Fundulus — Scott 1906, Gobio fluviatilis — Bogacki 1906) und die Bauch- oder Ventralflossen [*ve*]; zu den unpaaren die After- oder Analflosse [*an*] (Fundulus heteroclitus — Morgan 1900 *Teleosts*), die Rücken- oder Dorsalflosse [*do*] (Esox lucius — Bogacki 1906 [XI, 7 b_1—b_2], Fundulus majalis — Morgan 1904 *Notes* [XI, 9 β]) und die Schwanz- oder Kaudalflosse [*ca*] (Esox lucius — Bogacki 1906 [XI, 7 *a*], Fundulus heteroclitus — Morgan 1900 *Teleosts*, Scott 1906, Cobitis taenia, Misgurnus fossilis — Bogacki 1906, Carassius auratus [XI, 10 *a*] — Broussonet 1786, Clark 1874, Mazza 1890, Morgan 1902 *fishes*, 1904 *notes*). Auch größere Schwanzabschnitte regenerieren bei jungen Fischen (vgl. § 4 *a* und § 9 [XI, 6, 7 *a II, IV*]), ebenso, wie bereits erwähnt, die Linse.

Die Stachelflosser (Acanthopteri) schließen sich den Weichflossern in ihrem Regenerationsvermögen völlig an; Versuche liegen für die Brustflossen (Batrachus tau — Morgan 1900 *Teleosts*), Bauchflossen (Ctenolabrus — Morgan 1900 *Teleosts*, Gobius — Philippeaux 1869), Rückenflossen (Ctenolabrus — Morgan 1900 *Teleosts,* Cottus gobio, Perca fluviatilis [XI, 12 b—b_2] — Bogacki 1906), die Schwanzflosse (Menidia notata 1906 — Morgan 1902 *Fishes,* Cottus gobio — Bogacki 1906, Decapterus macrella, Menticirrhus saxatilis, Stenostomus chrysops — Morgan 1900 *Teleosts*, Pomotis — Morgan 1902 *Fishes*; ferner Naturfund: Crenilabrus pavo — Mazza 1890) und größerer Schwanzabschnitte (Umbrina cirrhosa — Bert 1864, vgl. § 4 *a* und § 9) vor.

Unter den Amphibien sind mir Angaben über die Blindwühlen (Gymnophionen) unbekannt. Die Schwanzlurche (Urodelen) stehen den Fischen an Regenerationsfähigkeit wenig nach. Sie regenerieren Hautstücke (vgl. Fraisse 1885) der verschiedensten Regionen und Bestimmungen, auch die sekundären Geschlechtscharaktere (Kammerer 1907 *Sexualcharaktere*), so den Hautsaum an der Oberlippe von Triton cristatus, die Zehenlappen von T. vulgaris, die Schwimmhäute von T. palmatus, die Endfäden am Schwanze von T. palmatus, T. vulgaris subsp. meridionalis und graeca, T. boscai, T. montandoni, die Halswarze von T. pyrrhogaster, auch den Sporn von T. rusconii, ferner die Kämme von T. alpestris, T. marmoratus, [XI, 16], T. blasii, cristatus, vulgaris, endlich den Schwanzstreifen des männlichen und die Rückenlängslinie des weiblichen T. cristatus.

Die Hautdrüsen werden auch neugebildet (T. cristatus — Tarchetti 1904). Beträchtliche Stücke beider Kiefer (Triton cristatus — Spallanzani 1768, Kammerer 1907 *Sexualcharaktere*, Werber 1906, T. alpestris — Werber 1906), der Kiemen (Siren lacertina — Cope 1859, Erber 1876, Proteus anguinus — Weismann 1902, Necturus branchialis — Eyclesheimer 1906, Kneeland 1859, Wasserlarven von Salamandra atra — Chauvin 1879, Kammerer 1904), sowie des Auges (Triton — Blumenbach 1787), namentlich die Linse (T. cristatus — Colucci 1886, 1891, Pardo 1906 *cristallino*, Randolph 1900, Wolff 1894/95, T. taeniatus — Kochs 1897, Salamandra maculosa — Fischel 1898, Kochs 1897) sind ersetzbar.

Lange bekannt ist die Regeneration von Beinen und Schwanz (Siren — Erber 1876*), Proteus — Fraisse 1885, Goette 1879, Kammerer 1905 *Ausnahmen*, Necturus — Towle 1901, Amphiuma — Morgan 1903 *Amphiuma*, Towle 1901, Spelerpes — Towle 1901, Kammerer*) in Przibram 1906 *Stutttgart*, Plethodon, Desmognathus, Manculus — Towle 1901, Amblystoma = Siredon — Barfurth 1895 *Polydaktylie*, Fraisse 1885, Philippeaux 1875, 1867, Tornier 1906 *Experimentelles*, 1906 *Kritisches*, 1907, Towle 1901, Vulpian 1867, Wendelstadt 1901; Triton — Barfurth 1891, Bonnet 1779, 1781, Fraisse 1885, Godlewski 1904, Goette 1879, Herklotz 1871, Kammerer 1905 *Ausnahmen*, 1907 *Sexualcharaktere*, Kochs 1807, Piana 1894, Plateretti nach Colucci, Philippeaux 1867, 1875, 1876, 1880, Spallanzani 1769, Todd 1824, Tornier 1896 *Hyperdaktylie*, 1897 *Eidechse*, *Operationsmethoden*, 1901 *Neues*, 1906 *Experimentelles*, 1906 *Begünstigung*, Wendelstadt 1901, Wolff 1902, Diemictylus — Hines 1905, Reed 1903, Towle 1901; Pleurodeles — Fraisse 1885, Giard 1895, Salamandra — Fraisse 1885, Kochs 1847, Salamandrina — Kammerer 1905 *Ausnahmen**). An inneren Organen sind, wie schon erwähnt, Lungen und Milz regenerationsfähig befunden worden.

Die schwanzlosen Lurche (Anuren) sind zwar imstande, in verwandeltem Zustande Hautstücke, der männliche Laubfrosch (Hyla arborea) auch seinen Kehlsack, der männliche Wasserfrosch (Rana esculenta) seine Schallblasen zu ersetzen (Kammerer 1907 *Sexualcharaktere*) und kleine Exemplare beider Arten noch die Kieferspitzen (Werber 1906), aber die Gliedmaßen wachsen, an der Imago amputiert, kaum mehr nach (vgl. § 4 *a*!). Auch die Linse wird bei Fröschen nicht mehr normal wiedergebildet (Wolff 1894/95), hingegen bleibt die Lunge regenerationsfähig (Muftić 1907).

Die Reptilien regenerieren die Kieferspitzen (Lacerta agilis [XII, 50 *c*] — Werber 1905 *Kiefer*, 1906, Tarentola mauretanica, annularis — Werber 1906), die Linse (Lacerta viridis — Pardo 1906 *cristallino*) und den Schwanz. (Naturfunde: Ophidia, und zwar: Chrysopelea, Psammophis; Sphenodon — Werner 1896 [XII, 2]; neun Ascalobotae-Arten — Tytler 1863, ferner Phyllodactylus — Fraisse 1885, Werner 1896, Ptyodactylus —

*) Auch Kammerer **1908**, Zentralbl. f. Physiol. XXII.

Werner 1896, Tarentola — Tofohr 1903 *Eidechsen*, Werner 1896, Ptychozoon [XII, 3], Geckolepis, Gecko [XII, 4], Hemidactylus — Fraisse 1885, Werner 1896, Platydactylus — Fraisse 1885, Gymnodactylus, Gonatodes, Diplodactylus, Thecadactylus, Gehyra, Lepidodactylus, Hoplodactylus — Werner 1896; Iguanidae, und zwar Liolaemus, Liocephalus, Tropidurus, Uraniscodon, Brachylophus, Ctenosaura, Dipsosaurus, Scelerops — Werner 1896, Anolis — Gachet 1834, Werner 1896, Iguana — Boulenger 1888, Gachet 1834, H. Müller 1864, Ridewood 1905; Agamidae, und zwar Agama — Werner 1896, Draco — H. Müller 1865; Pygopodidae, und zwar Pygopus, Lialis; Scincoïdae, und zwar Ablepharus, Scincus, Eumeces, Mabuia, Lygosoma, Chalcides — Werner 1896; Anguidae und zwar Anguis fragilis: „serpens" Aristoteles = Blindschleiche — Fraisse 1885, Lessona 1876, H. Müller 1864, Werner 1896, Ophiodes, Ophisaurus ventralis — Werner 1896, O. gracilis — Boulenger 1888, moguntinus — fossil! — Lydekker 1888, Gerrhonotus — Werner 1896; Tejidae und zwar Ameïva — Gachet 1834, Tejus — Merian 1705, Tornier 1897, Gymnophthalmus — Boulenger 1888; Aniellidae und zwar Anniella; Lacertidae — Werner 1896, Lacerta — Fraisse 1885, Giuliani 1878, H. Müller 1863, Néedham 1750, Perrault 1688; Crocodilia, und zwar Alligator — Werner in Przibram 1902 „*Ergebnisse*" [XII, 8]). Durch Experimente ist Schwanzregeneration bei Schlangen und Schildkröten*), hauptsächlich aber bei Echsen erwiesen (Anguis fragilis — Fraisse 1885, Rankin 1857, Ophisaurus ventralis — Burnett 1853, Lacerta — Dugés 1829, Gachet 1834, E. Müller 1896, Thévénot 1686; vgl. auch die Literatur doppel- und dreischwänziger Naturfunde und ihrer künstlichen Herstellung § 10 *b* und *c*).

Die Schildkröten reparieren auch den Panzer (Fraisse 1885, Gadow 1896 [XII, 9 *a*]).

Die Vögel regenerieren die Schnabelspitzen (Anser [XII, 10 *a*], Werber**) in Przibram 1906 *Stuttgart*, Ciconia [XII, 11] — Kennel 1882, Ardea purpurea — Jaeckel 1865, Gallus domesticus [XII, 12] — Bordage 1898 *bec*, Werber 1905 *Kiefer*, Picus major — Büchele in Larcher 1873, Psittacus

*) Kammerer **1908**, Zentralbl. f. Physiol. XXII.

**) Außer bei der Gans erhielt Werber nach noch nicht publizierten Versuchen bei der Ente (Anas) Schnabelregeneration.

[XII, 15] — Barfurth 1899 „*Ergebnisse*", 1903 „*Wirbeltier*") und ausgerissene Federn (Columba — Samuel 1870); von inneren Organen die Milz (Gallus — Cecchini 1886; über Schwanz und Linse vgl. § 4).

Die Säugetiere vermögen zwar in allen Geweben kleinere Defekte auszubessern (vgl. § 6, [XIII, 1—3 *p*]), wobei innere Organe nicht ausgeschlossen sind, aber die Wiederherstellung bestimmter Formen ist auf wenige Fälle beschränkt. So wird in der „Lancet" (1828) die Regeneration von vier Molarzähnen nach Exzision der Alveolarpartie des Oberkiefers beim Menschen berichtet. Ausgerissene Haare (Homo [XIII, 3 d_1—3 d_4] — Giovannini 1890, 1891, Waldeyer und Grimm 1844, Canis — Stroganow 1889, Heusinger 1822, Cavia — Vaillant 1861) sprossen regelmäßig wieder. Allbekannt ist das Weiterwachsen geschnittener Haare (Bischoff 1898, Bemesow 1893, Schiefferdecker und Bischoff 1897) und Nägel. Die letzteren können aber auch völlig neu gebildet werden (Homo [XIII, 3 q_2] — Blumenbach 1787, Marchand 1901). Die Hirsche vermögen auch nach Unfällen die Geweihe bis zu einem gewissen Grade zu reparieren, wie die gespaltenen Stangen [XII, 20 c_2] (vgl. § 10), das Fortwachsen nach Bruch des Kolbengeweihes [XII, 20 *g*], das Sprossen einer dritten Stange aus einer Stirnwunde [XII, 18 *h*, 19] (vgl. § 9) und andere Erscheinungen (vgl. § 7 *a*) erweisen.

Die Schwanzregeneration der Bilche ([XII, 25] Fatio 1869, Thomas 1905, Ridewood 1905) wird im Anschluß an jene der Eidechsen besprochen werden (vgl. § 7 *c*). In der Regel schließt das Wachstum verlorener Schwänze und Beine mit einem kleinen Regenerationskegel ab. Die Wiedererzeugung der Linse ist beim Menschen nach Staroperationen wiederholt beobachtet (Backhausen 1827, Buchner 1801, Codiat 1876, Dieterich 1824, Day 1829, Middlemore 1832, Sömmering 1828, 1829) und durch Versuche an mehreren anderen Säugetieren (Lowenhardt 1841, Miliot 1866—1867, 1872; Bos, Canis — Pauli 1825, 1836, Lepus cuniculus — Cocteau et Leroy d'Etiolles 1827, Gayat 1872, 1875, Gonin 1896 [XIII, 3 *ar*], Randolf 1900 [XIII, 1 *as*], Valentin 1844) außer Zweifel gestellt worden.

Auch das Trommelfell kann völlig wieder ersetzt werden (Homo — Gomperz 1892 [XIII, 3 *e*]).

Die Milz wird, wie schon erwähnt, bei Wanderratten (Philippeaux 1867) und Kaninchen (Cecchini 1886, Philippeaux

1867) in beträchtlichem Umfange regeneriert; gleiches gilt von den Lymphdrüsen der Achselhöhle [XIII, 1 *e*] (Canis — Bayer 1885 [XIII, 2 *e*]), den Tränendrüsen (Lepus cuniculus — Fuckel 1896), den Speicheldrüsen (Fuckel 1896, Ribbert 1894/95), der Schilddrüse (Bozzi 1895, Motta-Coco 1900).

Podwyssozki (1886) verglich das Regenerationsvermögen der verschiedenen Drüsen und fand es um so größer, je weniger differenziert die Funktion war, so daß die Talgdrüse am raschesten, der Pankreas am langsamsten regenerierte. Leber [XIII, 1 *g*], Niere [XIII, 1 *h*] und Hoden zeigen bloß geringe Regeneration (Lepus cuniculus — Ribbert 1894/95). Die Brustdrüse regeneriert in beiden Geschlechtern (Canis ♀, Lepus cuniculus ♂♀ [XIII, 1 f—f_3] — Ribbert 1890, 1891, auch ♂ — Krapoll 1890, ♀ — Stuckmann 1889); hier macht sich jedoch ein Unterschied geltend, ob alte oder junge Tiere verwendet werden; nur bei letzteren ist die Regeneration bedeutend, bei ersteren überwiegt kompensatorische Hypertrophie der verbleibenden Brustdrüsen. Podwyssozki (1886) gab an, daß die Leber bei der weißen Ratte und der Katze rascher regeneriert habe, als bei Hund, Meerschweinchen und Kaninchen, hingegen bei der Niere das Meerschweinchen obenan gekommen sei, dann erst die weiße Ratte. Vielleicht hat aber auch bei seinen Versuchen eher das Alter mitgespielt.

§ 4. Ähnlich wie bei den Gliederfüßern spielt das Alter der Versuchstiere bei den Wirbeltieren eine sehr große Rolle. Zugleich kommt die niedrigere oder höhere systematische Stellung der verwendeten Art in dem späteren oder früheren Erlöschen der Regeneration homologer Teile zum Ausdrucke.

Während eben ausgeschlüpfte Embryonen von Knochenfischen (Salmo fario — Bert 1864, Nusbaum und Sidoriak 1900 [XI, 6 a_4], S. irideus — Nusbaum 1903, 1907, Umbrina cirrhosa — Bert 1864) noch beträchtliche Verluste des hinteren Endes, selbst einschließlich des Afters überleben und ausbessern, scheinen dieselben Knochenfische in vorgerückterem Alter hierzu nicht befähigt zu sein (Bert 1864; Carassius auratus — Broussonet 1786), während die niedrigere Gruppe der Büschelkiemer, wie wir eben erfuhren (vgl. § 4), hierzu noch taugt.

Jüngere Knochenfische ersetzen rascher ihre Flossen als ältere (Fundulus — Scott 1906).

Die Linse der Knochenfische regeneriert leicht an den kurz

geschlüpften Embryonen (Salmo — Röthig 1898*), überaus langsam an älteren Fischen, woraus sich die negativen Versuche mancher Beobachter (Morrill 1906) erklären.

Die interessantesten Ergebnisse liefern die Amphibien. Am leichtesten und noch bis in das hohe Alter regeneriert die Familie der Proteïden als die niedrigste: der Grottenolm (Proteus anguinus — Kammerer 1905 *Ausnahmen*) Beine und Schwanz noch in großen Exemplaren eben so gut als junge Tritonlarven**). Etwas weniger vollkommen dürfte schon Necturus und die nächst höhere Familie der Amphiumiden in alten Exemplaren nach Versuchen von Morgan (1903 *Amphiuma*) und Towle (1901) an Amphiuma means [XII, $14_1 a$] die Extremitäten wieder erzeugen.

Die nun folgenden Salamandriden sind zwar alle noch befähigt, auch nach der Metamorphose zu regenerieren, doch nimmt die Geschwindigkeit mit steigendem Alter wesentlich ab (Triton cristatus, T. alpestris, T. vulgaris, T. montandoni, T. marmoratus, T. waltli, T. viridescens, T. pyrrhogaster, Amblystoma tigrinum — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*), am meisten bei den höchst differenzierten Landbewohnern (Salamandra maculosa — Kochs 1897, Kammerer 1905 *Abhängigkeit*, S. atra — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*, Salamandrina perspicillata — Kammerer 1905 *Ausnahmen*)***).

Unter den schwanzlosen Lurchen regeneriert bloß die niedrigste Gattung, Alytes, noch nach der Metamorphose die kurz vor derselben amputierten Gliedmaßen (A. obstetricans — Ridewood 1898, Versuche von Boulenger, dessen System der Reihenfolge der Gattungen hier angenommen; Kammerer 1905) [XI, 23]. Die noch zur selben Familie der Scheibenzüngler gestellten Unken scheinen hingegen bei der Metamorphose nichts mehr zu regenerieren, wohl aber die Hintergliedmaßen selbst dann noch, wenn diese schon einmal wohl ausgebildet waren, so daß der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel spitz erschien (Bombinator pachypus — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*; B. igneus — Kochs 1897, Robin 1881).

Ein gleichentwickeltes Regenerationsvermögen finden wir dann noch bei der zur nächsten Familie, den Krötenfröschen, gehörigen

*) Auch Grochmalicki **1908**, vgl. § 3.

) Ähnlich der Armmolch, Siren lacertina — Kammerer **1908, vgl. § 3.

***) Und namentlich Kammerer **1908**, vgl. § 3.

Pelobates fuscus (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*). Hingegen werden die hinteren Extremitäten bei den höheren Fröschen bloß dann regeneriert, wenn Ober- und Unterschenkel vor der Amputation noch einen stumpfen Winkel bildeten [XI, $24b_2$] (Rana temporaria — Barfurth 1895, Bauer 1905, Günther 1866, Kammerer 1905 *Abhängigkeit*, Kochs 1897, R. septentrionalis, esculenta, ridibunda, Bufo viridis — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*). Wird erst operiert, wenn Ober- und Unterschenkel bereits einen spitzen Winkel einschließen [XI, $24c$], so kommt es nicht mehr zur Ausbildung einer neuen Gliedmaße [XI, $24c_2$] (auch Hyla arborea — Fraisse 1885). Es muß hier bemerkt werden, daß es nicht auf das Ausbildungsstadium, sondern auf das Alter der Larven ankommt, das ja in der Regel durch die Ausbildung erkannt werden kann. Sogenannte neotenische, zwei oder mehrsommerige Anurenlarven regenerieren jedoch ebenso schlecht als gleichalterige metamorphosierte (Pelobates fuscus, Rana temporaria, ridibunda, septentrionalis — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*), und analog verhalten sich die Urodelen (Triton cristatus — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*, Salamandra maculosa — Kammerer 1904, S. atra — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*). Auch von der mit der Spezies schwankenden Größe des Objektes hängt das Regenerationsvermögen nicht ab (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*).

Wenn bisher die hinteren Extremitäten der Frösche allein in Betracht gezogen wurden, so geschah dies, weil nach dem erst sehr spät erfolgenden Durchbruche der vorderen Beine an der Kaulquappe ein Abschnitt derselben nicht mehr zum Ziele führen kann. Durch eine geringe Veränderung der Operationsmethode gelang es jedoch Byrnes (1904 *Tadpoles*), den Nachweis zu führen, daß auch die vorderen Beine in dem Maße wie die hinteren regenerationsfähig sind. Die Operation besteht in der künstlichen Entbindung einer vorderen Extremität [XI, *pa*], die dann abgeschnitten wurde (auch Bufo und Bombinator — Kammerer 1908 *Sexualcharaktere*). Eine andere Versuchsreihe Byrnes (Rana sylvatica, palustris, virescens — 1899) bestand in der Zerstörung der Anlage der hinteren Extremität vor ihrer Differenzierung mit einer heißen Nadel [XI, $4a_1$—*pp*]. Dem jugendlichen Alter entsprechend kam es zu einer vollständigen Neubildung [XI, $4a_2$]. Es sei hier auch daran erinnert, daß an sehr jungen Kaulquappen und an Amphibieneiern die weitest-

gehenden Regulationen zu erzielen sind, und zwar bei den Urodelen wieder leichter als bei den Anuren (vgl. Experim. Zool. I. „Embryogenese“). Die Schwanzspitze wird bei den Anurenlarven selbst dann noch regeneriert, wenn ohne Amputation die Resorption des Schwanzes schon eingetreten sein sollte (Barfurth 1887), jedoch nur dann, wenn die Entwicklung der Larve vom Erscheinen der Vorderextremitäten an stark verlangsamt worden war (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*).

Die Kiefer regenerieren bei den Fröschen bloß an Kaulquappen, solange sie mit einem Hornschnabel bekleidet sind, und an jüngeren verwandelten Exemplaren, nicht mehr an geschlechtsreifen, älteren Tieren (Rana esculenta, temporaria, Hyla arborea — Werber 1906 *Kiefer*).

Obzwar bei den Reptilien im allgemeinen auch jüngere Exemplare leichter regenerieren (Fraisse 1885), so ist doch bei den Echsen der Unterschied wenig ausgesprochen (Lacerta — Werber 1905 *Kiefer*). Hingegen scheint bei Schlangen und Schildkröten die Schwanzregeneration an alten Exemplaren nicht mehr zu gelingen*).

Und nun gelangen wir zu den Vögeln und Säugetieren, die mit geringen, bereits erwähnten Ausnahmen von der Geburt an nicht mehr nach Amputationen regenerieren. Daß sie jedoch, ebenso wie die Reptilien, als Embryonen ein hohes Regenerationsvermögen besitzen, dafür sprechen Eiversuche (Vögel, vgl. Experim-Zool. I) und zahlreiche Monstrositäten, die wir nach Analogie mit den Versuchen an den niederen Tieren als regenerativen Ursprunges zu erkennen vermögen (vgl. § 10).

Von Interesse für die Beziehung zwischen phylogenetischem und ontogenetischem Alter ist der Nachweis der Regeneration des Schwanzes (Lillie 1904) und der Augenlinse (Dragendorff) beim Hühnerembryo, weil das bei der Eidechse noch nach der Geburt bestehende Vermögen rekapituliert wird.

Der Schnabel regeneriert, wenigstens bei einigen Vögeln (Papagei — Barfurth 1899 „*Ergebnisse*“, 1903 „*Wirbeltier*“) noch in hohem Alter, doch leichter in der Jugend (Gallus — Bordage 1898 *bec*, Anser — Werber in Przibram 1906 *Stuttgart*). Nach Schaffer (in Maas 1877) bilden sich in frakturierten Oberarmknochen alter Vögel keine rein periostalen Knochen

*) Über die positiven Versuche an ganz jungen Kammerer **1908**, vgl. § 3.

mehr, sondern nur Knorpelmassen. Auch im Alter regeneriert bei Säugetieren gelegentlich die Linse (Hund — Pauli 1838).

Allbekannt ist die viel größere Leichtigkeit der Gewebsregeneration junger Säugetiere gegenüber alten.

§ 5. Es kann hier nicht versucht werden, eine auch nur annähernd vollständige Übersicht zu geben über die Literatur der Wundheilung bei Wirbeltieren. Zusammenfassende Darstellungen finden sich hierüber in den medizinischen Sammelwerken (vgl. Marchand 1901). Äußere Wunden werden zunächst vom erstarrenden Blute bedeckt und dann erfolgt bei der Heilung prima intentione (Wywadzoff 1868) ein aktives Vorwandern des Epitheles (L. Loeb 1898) bis zur völligen Überkleidung der Gewebslücke. Im Gegensatze zu älteren Angaben dürften beim Neubau die unter dem Schorfe sich findenden Wanderzellen keine andere Rolle (Arnold 1887, Fraisse 1885) spielen, als die von Phagozyten, welche einerseits zerfallendes Gewebe, anderseits bei eingetretener Infektion die Eitererreger zerstören. Die Heilung infizierter, eiteriger und brandiger Wunden erfolgt sehr schwer. Wie wir gelegentlich der scheinbaren Ausnahmen von der Regenerationsfähigkeit (vgl. § 4) sahen, wird hierbei Regeneration sehr verzögert (Amphibien); bei eingetretener Entzündung kann sie überhaupt ausbleiben (Kaninchen-Linse — Randolph 1900). Für besondere Gruppen der Wirbeltiere liegen bezüglich der ersten Vorgänge speziellere Angaben vor (Salmo — Nusbaum und Sidoriak 1900; Rana — Jolly 1897 *Grenouille*, Anas — Jolly 1897 *canard*, Testudo — Gadow 1886). Bei der Schildkröte wächst nach Kontusionen des Panzers die Epidermis auch über die nekrotisierenden Knochenplatten.

§ 6. Philippeaux hat nach Versuchen an den Ventralflossen von Fischen (Gobio — 1869), an den Vorderbeinen von Molchen (Triton — 1866, Amblystoma — 1867 *Axolotl*, beide — 1867 *rate*, 1875), an deren Unterkiefern (Triton — 1867 *rate*), Augen (Triton — 1867 *rate*, 1880) und an der Milz von Säugetieren (Wanderratte, Kaninchen — 1867 *rate*) sowie an Brustdrüsen (Cavia — 1895 *mamelles*) und Brustwarzen (Cavia — 1877 *mamelons*) den allgemeinen Satz aufgestellt, daß ein Organ bloß dann regeneriere, wenn noch ein Teil desselben belassen wurde.

Für die Schwanzflosse der Fische hatten Broussonet (1786) und Bert (1864) ähnliche Angaben gemacht, die zwar für die von ihnen gehaltenen Knochenfische berechtigt sein mögen, aber

bereits auf die Büschelkiemer, wie wir sahen (§ 4, 4*a*), sich nicht mehr anwenden lassen, da diese selbst nach Amputation mehrerer Wirbel die Schwanzflosse noch erneuern [XI, $4a_2$]. Bert war selbst vorsichtig genug gewesen, Versuche an niedrigeren Gruppen, er dachte an Knorpelfische, noch für wünschenswert zu halten.

Bezüglich der übrigen Flossen und der Molchbeine war Philippeaux' Ansicht bis 1907 unbestritten, insoferne kein Versuch vorlag, der die Regenerationsfähigkeit einer inklusive des Gürtelteiles (Scapula oder Ilium) exstirpierten Gliedmaße dartun würde (Kochs 1897). Freilich müssen Embryonen hierbei ausgeschlossen werden, da sie ja selbst noch nach völliger Zerstörung der Gliedmaßenanlage eine neue entwickeln (Rana — Byrnes 1899). Im übrigen ist die Regeneration nicht auf bestimmte Teile einer Gliedmaße beschränkt; so erhielt Tornier (1906 *Experimentelles*) bei Triton cristatus Regeneration aller fehlenden Gliedmaßen- und Gürtelteile aus der Skapula oder aus einem Stücke des Praecoracoïdes und Coracoïdes, nicht aber aus dem zwischen diesen beiden Regionen liegenden Stücke mit der Humeruspfanne. Barfurth (1895 *Polydaktylie*) stellte Regenerate der distalen Partien nach Abschnitt einzelner Finger und Zehen oder Teile des Unterarmes und Unterschenkels bei Axolotl und Tritonen her; die Amputationen der übrigen Experimentatoren beziehen sich meist auf den Oberarm oder Oberschenkel. Junge Salamander ersetzen nach Fraisse (1885) distal der Schulter oder des Beckens exartikulierte Gliedmaßen, da die Operation ohne Verletzung anliegender Knochen unmöglich sei. Hingegen gelingt die Exartikulation selbst einzelner Finger bei älteren Molchen und dann entfalle die Regeneration. Das gleiche Ergebnis liefere Verletzung des Schulter- oder Beckengürtels.

Nach Wendelstadt (1901) tritt aber auch bei sorgfältiger Exartikulation der einzelnen Knochen, z. B. der Unterarmknochen von Amblystoma, in ihren Gelenken, keine Regeneration mehr ein [XI, $15r_2$]; auch können die beiden Unterarmknochen, Ulna und Radius, einander nicht regenerieren, wenn bloß einer entfernt wurde.

Jeder vermag das distal von ihm Liegende zu ersetzen und seine eigenen Defekte in proximaler Richtung auszubessern. Nach Reed (1903) wird bei Abschnitt des Fußes und Exartikulation der Fibula von der Tibia allein der ganze Fuß regeneriert.

Was Philippeaux' Angaben für das Triton-Auge betrifft, so stimmen sie mit älteren von Blumenbach (1787) überein und sind auch von Colucci (1891) bestätigt worden. Auch das Auge junger Froschquappen stellte sich nach völliger Zerstörung in Schapers (1898) Versuchen nicht mehr her, freilich aber an noch jüngeren Embryonen von 3 *mm* Länge (Rana temporaria und esculenta) bei Bell (1907). Die Linse des Molch-Auges wird zwar nach Extraktion ersetzt (Colucci 1891, Fischel 1898, Kochs 1897, Wolff 1895), aber bloß wenn der Glaskörper nicht in Verlust gerät (Erik Müller 1896). Ähnlich verhalten sich junge Kaulquappen der Anuren (Bombinator igneus, Rana temporaria — Kochs 1903) und der Embryo des Huhnes (Dragendorf 1903). Die Säugetierlinse regeneriert nur, wenn Linsenreste oder mindestens die Linsenkapsel erhalten geblieben (Kaninchen — Gonin 1896, Randolph 1900).

Daß die Milz bloß aus zurückgebliebenen Stücken regeneriert werden kann, bestätigt Cecchini (1886) für Frosch, Huhn und Kaninchen. Daiber (1906) erhielt zwar für junge Amblystomalarven, auch nach Totalexstirpation der Milz, Regenerate vom Darmmesenterium aus, hebt aber selbst die Schwierigkeit hervor, die leicht zerfließliche Milz restlos zu entfernen, so daß das Gelingen der Operation nicht ganz einwandfrei bewiesen erscheint.

Hingegen fand Muftić (1907), daß die Amphibienlunge selbst dann noch regeneriert, wenn sie durch Abschnitt der Bronchien völlig entfernt worden war (Salamandra) [XI, 19].

Neubildung von Papillen, die mit dem Haare entfernt worden sind, findet weder am gleichen noch in der unmittelbaren Nähe des Verlustes statt (Canis — Stroganow 1889). Wird der Haarbulbus entfernt, erfolgt langsamer, bei distaleren Haarabschnitten immer schnellerer Ersatz.

Durchschnittene Federn (Columba — Samuel 1870) regenerieren nicht, wohl aber ausgezogene oder ausgerissene.

Samuel (1870) führte an Tauben eine Neuroparalyse aus, indem er zwischen Schulter und Wirbelsäule einen Hautschnitt ausführte, das Schulterblatt vom Brustkorbe von hinten her loslöste, den Plexus axillaris freilegte, mit einem stumpfen Haken aufhob und durchschnitt.

Es zeigte sich nun, daß die ausgezogenen Federn des paralysierten Flügels trotz Aufhebung der Nervenverbindung rege-

nerierten. Die einzige abnormale Erscheinung beruhte auf dem Bestehenbleiben der Hornscheide der jungen Federn, da die Vögel nicht die für die Befreiung notwendige Einölung des Gefieders besorgen konnten.

Die Frage nach der Abhängigkeit der Regeneration vom Nervensysteme bei den Wirbeltieren ist durch eine Reihe von Versuchen an Amphibien geprüft worden.

Goldstein (1904) berichtet über Versuche Schapers, in denen Larven des Triton taeniatus von 30 *mm* Länge der Schwanz kurz hinter den hinteren Extremitäten amputiert, das Rückenmark mit einer Glasnadel zerstört und das rechte hintere Bein abgeschnitten worden war. Diese Larven lebten 21 Tage nach jenen Operationen und regenerierten das Bein. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Ganglien völlig zerstört waren und nirgends der Austritt motorischer oder sensibler Nerven nachzuweisen war.

Rubin (1903) sah den abgeschnittenen Schwanz an Kaulquappen der Rana temporaria von 4—5 *mm* Länge selbst nach völliger Enthirnung regenerieren und Barfurth (1901) hatte ein Gleiches beobachtet, als das Rückenmark an zwei Stellen durchschnitten worden war.

Am neotenischen Axolotl wurde die Schwanzspitze nach Durchschneidung des Rückenmarkes ebenfalls regeneriert, doch soll nach Rubin (1903) in der zunächst rechtzeitig eintretenden Regeneration der Vorderextremität ein Stillstand eintreten, wenn der Nervenplexus in der Achselhöhle durchschnitten wurde. Schon Todd (1824) hatte behauptet, daß nach Nervendurchschneidung der Regenerationsstumpf sich bei Tritonen nicht ausbilde. Wolff (1902) zerstörte das Rückenmark bei Tritonen durch Auskratzung des Wirbelkanales; es erfolgte trotzdem Regeneration des Hinterbeines. Wurden auch die Spinalganglien exzidiert, so blieb in der Regel die Regeneration aus, doch gingen diese Versuchstiere so rasch zugrunde, daß auf den negativen Erfolg kein Wert gelegt werden kann.

Wolff ließ nun zuerst die Regeneration eintreten und wollte durch Ausführung der analogen Operation vor Vollendung des Regenerates den Stillstand beobachten; aber auch in dieser Versuchsreihe wurde in sechs Fällen nach einiger Zeit ein Fortschritt in der Ausbildung beobachtet, den Wolff auf das Wiedereinwachsen von Nerven zurückführt.

An einem amerikanischen Molche, Diemictylus, experimentierte Hines (1905). Wurde der Nerv ohne Verletzung der Arterie im oberen Beinteile durchschnitten und das Knie amputiert, so trat nach weniger als drei Wochen ein Regenerationskegel auf, falls die Durchschneidung der Nerven nicht knapp am Rückenmarke durch das Becken erfolgt war. Im letzteren Falle war nach 45 Tagen ebenfalls Regeneration eingetreten, die weiterhin nur wenig hinter derjenigen zurückblieb, welche das gleichzeitig, aber ohne Nervendurchtrennung amputierte Bein der Gegenseite aufwies. Die Durchschneidung der Arterie ohne Durchschneidung der Nerven übte auf die Regenerationsgeschwindigkeit gar keinen Einfluß aus. In manchen Fällen blieb bei Nervendurchtrennung jede Regeneration aus, nach Hines' Ansicht dann, wenn das distale Nervenende verlagert war, so daß kein Wiedereinwachsen stattfinden konnte. Es ist von Hines aber weder dieser Vorgang noch das Einwachsen des Nerven in den positiven Versuchen nachgewiesen worden.

Nach Godlewski (1904) wären nicht einmal die Spinalganglien zur Regeneration ausreichend, sondern es müßte eine nervöse Verbindung des Amputationsstumpfes mit den Rückenmarkszentren bestehen. Dagegen findet auch dieser Forscher eine Durchschneidung des Zentralnervensystemes ohne Einfluß auf die Regeneration.

Morgan und Davis (1902) entfernten an Kaulquappen der Rana palustris von 55—70 *mm* Länge ein Stück des Schwanzes und dann noch ein weiteres Stück des Nerven, der Chorda oder beider Gebilde, mit dem Resultate, daß bloß die Chorda zur Bildung des Schwanzes notwendig war; der Nerv brauchte auch nicht nachträglich in das Regenerat einzuwachsen.

Da nervenlos gemachte transplantierte Extremitäten ebenso wie gelegentlich an nerventragenden auftretende akzessorische Gliedmaßen bei Froschembryonen nach Braus (vgl. Exper. Zool. I., Kap. VIII) nervenlos bleiben, sich aber weiterdifferenzieren, dürfte der Einfluß der Nerven kein formativer sein.

Pardo (1906 *cristallino*) durchschnitt den Nervus opticus bei Tritonen und extrahierte die Linse. Das Auge begann zu degenerieren, aber der Prozeß blieb bei der pars ciliaris retinae stehen, die Retina und Linse wurden später regeneriert; es blieb noch unentschieden, ob es sich um ein Neueinwachsen des Nerven handelt.

Bei Säugetieren degenerieren bekanntlich die von einem sensiblen Nerven versorgten Gebiete nach dessen Durchschneidung und es bleibt dann auch im Muskel nach Neumann (1903), nicht aber im Knochen (Muscatello und Damascelli 1898) Regeneration nach Verlusten, respektive Brüchen aus. Freilich scheint es später doch zur Regeneration zu kommen, wenigstens berichtete Kirby (1892) über solche Erfolge am Wadenmuskel vom Kaninchen nach Durchtrennung des nervus ischiadicus; vielleicht war aber auch hier ein Wiedereinwachsen des Nerven nicht ausgeschlossen.

§ 6 *a*). Die Regenerationsfähigkeit der Nerven selbst ist nämlich eine recht bedeutende, obzwar in mancher Beziehung hinter der anderer Gewebe zurückstehend.

Bei Froschembryonen (Rana temporaria und esculenta) von 2·5—4 *mm* Länge kann das Gehirn noch eine entfernte laterale Hälfte regenerieren, weniger in anterio-posteriorer Richtung (Bell 1907). Reparationsvorgänge am Hirne des erwachsenen Frosches (Danilewsky 1890, Lent 1856), der Taube (Grunert 1899), des Kaninchens (Sanarelli 1894) und des Affen (Vizou 1895) gehen zwar nicht bis zur völligen Regeneration, doch findet wenigstens nach Vizous Versuchen eine wahre Neubildung nervöser Substanz statt, während Sanarelli die Nervenzellen sich zur Mitose anschicken, aber dann bloß zur Verbindung des alten Nervengewebes mit dem aus Bindegewebe sich bildenden Narbengewebe dienen sah. Marinesco (1894) bestätigt, daß bei Rana, Cavia, Lepus und Felis die nervösen Elemente des Zentralorganes selbst über die ersten Mitosen nicht hinauskommen. Auch Borst (1904) fand bei jungen Kaninchen nach 7 Wochen keine Regeneration oder mitotische Teilung der Nervenzellen im Gehirne.

Das Rückenmark entsteht bei den Tritonen aus der Proliferation der alten Rückenmarkszellen; Körner mit stark lichtbrechendem homogenen Inhalte sind für regenerierende Urodelenschwänze charakteristisch (Fraisse 1885). Bei Kaulquappen (Rana virescens und palustris — Harrison 1898) regeneriert das Rückenmark im Schwanze nach dessen Amputation zuerst ein großes Nervenpaar, das Ganglien bis zu drei Paaren entsendet. Bei den Reptilien treten in späten Regenerationsstadien des Schwanzes ebenfalls Nervenfasern und Ganglien auf. Wahrscheinlich ist das Epithel des Zentralkanales die Matrix für die

sämtlichen Nervenelemente der grauen Substanz. Eine Einwanderung von Ganglienzellen aus dem verbliebenen Rückenmarke findet nicht statt; die Neubildung weißer Substanz ist fraglich (Phyllodactylus europaeus — Fraisse 1885).

In Rückenmarksregeneraten des Frosches, Meerschweinchens, Kaninchens und der Katze fand Marinesco (1894; vgl. auch Sgobbo 1891) Neuroglia und Bindegewebe. Bei Versuchen am Intervertebralganglion des Hundes zeigten sich die Nervenzellen, ähnlich wie wir es für jene des Gehirnes sahen, trotz Einleitung von Mitosen nicht vermehrungsfähig (Tirelli 1895; Nervenregeneration des Frosches vgl. Oehl 1861, 1863).

Nach Bethe (1907) sind der Neuriten vollständig beraubte Ganglienzellen (Canis) unfähig, einen neuen Neuriten zu regenerieren, der normale Länge erreichen würde oder mit einem Markmantel umgeben wäre; die Auswachsungsfähigkeit eines zentralen Nervenstumpfes wächst mit der Länge des Stumpfes. Gewöhnlich nimmt an der Wiederherstellung der Nervenleitung sowohl der zentrale als auch der periphere Stumpf des zerschnittenen Nerven teil, worauf sich alle älteren, mit geringfügigen Ekzisionen angestellten Versuche beziehen (Bogoslavskoy 1875, Bruch 1855, Büngner 1891, Cattani 1886, Frankl 1887, Froßmann 1898, Galeotti und Levi 1893, Howell 1892, Kennedy 1897, Kloster 1893, Korolew 1897, Langley 1895, Lent 1856, Notthaft 1893, Vanlair 1882, 1887 usw.). Auch die meisten neueren Forscher arbeiteten mit ungenügenden Nervenlücken oder Methoden (Literatur in Bethe 1907!). Bethe bewies durch eine Reihe von Versuchen mit Ekzision 6 *cm* langer Nervenstrecken am Ischiadicus des Hundes [XIII, 2*o*] und Aufsetzen einer Kappe auf das proximale Ende des peripheren Stumpfes, daß auch diesem regenerative Prozeße zukommen [XIII, 2*ol*], wenn es von der zentralen Verbindung losgelöst worden ist. Schon Philippeaux und Vulpian (1861) hatten an transplantierten Lingualnerven in der Inguinalgegend nach sechs Monaten Regenerationen beobachtet, die also für eine „autogene Regeneration" peripherer Nerven sprachen. Bethe konstatierte aber bei seinen Versuchshunden selbst die Funktionsfähigkeit der isolierten peripheren Stücke; freilich kann die Funktion auch ohne autogene Regeneration oder Wiederherstellung des Ischiadicus durch collaterale Nerven, hier dem nervus crus alis angehörig, vermittelt werden (Canis, Felis,

Lepus, Cavia, Mus — Marenghi 1898, Canis — Marinesco 1906).

Da junge, vom zentralen Stumpf auswachsende Achsenzylinder stets mit Schwannschen Zellen, besonders am Ende, besetzt sind, läßt es Bethe unentschieden, ob das Auswachsen von der alten Faser oder von der Schwannschen Zelle ausgeht. Doch dürften nach der völlig unabhängigen Entstehung von Achsenzylindern und Schwannschen Scheiden in Harrisons Versuchen an jungen Kaulquappen (vgl. Experim. Zool. I., Kap. VIII) wohl Stroebe (Lepus — 1893) und Pace (Triton, Rana, Lepus — 1896) mit der Verwerfung der Hilfe seitens der alten Scheide Recht behalten.

Die Muskeln regenerieren nach allen Angaben für Amphibien und Reptilien (Fraisse 1885; Plethodon cinereus — Towle 1901, Triton: Glatte Muskulatur des Magens — Stilling und Pfitzner 1882) wie für Säugetiere (Glatte Muskeln: Busachi 1887, 1888; quergestreifte: Askanazy 1890, Galeotti und Levi 1893, Kirby 1892, Leven 1887, Lignau 1890, Morpurgo 1899, Nauwerck 1890, Neumann 1868, Robert 1890, Zaborowski 1889 u. v. a.) durch Auswachsen der alten Muskelfasern, deren Enden durch amitotische und mitotische Teilungen sich vermehren und neue Fasern liefern.

Die Sehnen (Achillessehne des Kaninchens [XIII, 1 i_1—i_3] — Demarquay 1874, Houzé 1894, Jobert de Lamballe 1861, Viering 1891, Yamagiva 1894) werden nach Durchschneidung von der sie umhüllenden Bindegewebsscheide aus repariert; Bindegewebslücken werden vom Bindegewebe selbst, das die größte Proliferationsfähigkeit aufweist, sehr rasch ausgefüllt.

Der verletzte Knorpel wird vom Perichondrium neugebildet (Kaninchenohr — Sieveking 1892; vgl. auch Archangelsky 1868, Barth 1869, Legros 1869, Peyraud 1877 usw.; knorpelige Apophyse [XIII, 2 l] — Marchand 1901).

„Die Heilung von Knochenwunden kommt durch Neubildung von Knochensubstanz (Callus) vom Periost und dem Mark aus zustande, wobei die in den Haverschen Kanälchen befindlichen Elemente als dem Marke gleichwertig zu erachten sind. Stets sind die der Wiederherstellung dienenden zelligen Elemente die Osteoplasten. Als Beispiel kann der Amputationsstumpf des Unterschenkels vom Meerschweinchen dienen“ (Marchand 1901)

[XIII, 1*k*]. „Das Periost läßt sich an der Oberfläche der neugebildeten Schicht als feiner Bindegewebsstreifen verfolgen; nur in der nächsten Nähe des unteren Endes gehen die Knochenbälkchen ohne deutliche Grenze in das umgebende fibröse Gewebe über.“

Die Blutgefäße wachsen von den alten her in das regenerierende Gewebe [XIII, 3*p*]. Bei den Amphibien bildet sich erst ein Endothelrohr, dann eine bindegewebige Schicht, dann glatte Muskulatur. Die Blutgefäße zeigen auch bei den Säugetieren bedeutendes Regenerationsvermögen (Heitzmann 1873, Porta 1847, Stricker 1871, Rindfleisch 1872, Thiersch 1867, Wywodzoff 1867, Zhuber 1827 usf.).

Das Blut selbst wird nach Zerstörung oder Verlust durch Aderlaß wieder ersetzt (Bakewell 1875, Freiberg 1892, Heinz 1900, Pouchet 1880, Recklinghausen 1866). Nach Aderlässen findet eine Vergrößerung und zuweilen Rötung der Lymphdrüsen bei Canis, Felis, Lepus und Mus decumanus statt. Nach starkem Aderlaß und Milzexstirpation bei erwachsenen Tieren werden auch rote Blutkörperchen aus kernhaltigen roten, die ihrerseits aus Endothelzellen der Lymphdrüsen entstehen sollen, gebildet (Grünberg 1891). Bei Embryonen findet nach Abschnitt des Schwanzes keine Teilung der roten Blutkörperchen, sondern eine Einwanderung solcher aus Milz oder lymphoiden Drüsen statt (Laguesse 1890).

Die Milz ersetzt sich aus Resten ihres eigenen Gewebes (Cecchini 1886, Eliasberg 1893, Griffini 1884, Krebsbach 1889, Philippeaux 1867 *rate*), beim jungen Axolotl vielleicht auch nach völliger Exstirpation aus dem Darmmesenterium (Daiber 1906). Auch die übrigen Drüsen bilden sich aus ihrem zurückgebliebenen Parenchyme wieder, so die Achselhöhlendrüse (Canis — Bayer 1885 [XIV, 2*e*]), die Schilddrüse (Bozzi 1895, Motta—Coca 1900), die glandula submaxillaris und infraorbitalis (Lepus — Fuckel 1896, Ribbert 1894/95), Speichel- und Meibomsche Drüse (verschiedene Säugetiere — Podwyssozki 1886, 1887), die Prostata (Piccoli 1900), der Hoden (Sanfelice 1887). Der letztere weist jedoch nach Maximows (1899) Untersuchungen weder beim Frosche (Rana temporaria) noch bei Säugern Regeneration auf und auch der Eierstock reagiert zwar mit mitotischer Teilung, aber ohne eigentliche Neubildungen auf Verletzungen (1900).

Die Brustdrüsen der Säugetiere, männlicher (Krapoll 1890), weiblicher (Stuckmann 1889) Kaninchen und Hunde (Ribbert 1891) wachsen, zu einem Drittel oder zur Hälfte abgetragen wie bei der normalen Entwicklung in die Höhe, die von den Seiten überwachsende Epidermis vor sich her schiebend [XIII, 1 f_1—f_3]. Wurde die Epidermis mehrere Millimeter von der Basis der Milchdrüse entfernt, so findet nur langsam Überhäutung statt, da die durchschnittenen Milchdrüsengänge, auch wenn sie anfangs in die Höhe wachsen, keine oberflächliche Deckschichte zu bilden imstande sind.

Die Regeneration der Leber untersuchte Ribbert (1904 *Leber*) durch Ätherinjektionen am Kaninchen. Die zerstörten Partien wurden seitens des umliegenden Lebergewebes teils durch Sprossung der alten Leberzellen, teils durch Hypertrophie derselben ausgefüllt [XIII, 1 *g*]. Hiebei traten „gallengangähnliche“ Kanälchen auf, die nach Ribbert nicht von alten Gallengängen abstammen, sondern von den Leberzellen gebildet werden. Dies soll auch für die Versuche der früheren Autoren gelten, welche bis zu drei Vierteln der Gesamtmasse der Leber entfernten und fast völligen Wiederersatz konstatieren konnten (Griffini 1884, v. Meister 1891, Petrone 1884, Podwyssozki 1886, Ponfick 1890, 1894, Tizzoni 1882—83 u. a. m.).

Am schwersten regeneriert von allen Drüsen der Pankreas (Podwyssozki 1886, 1887); Cippolina (1899) erhielt bloß geringes Wachstum seitens des zurückgebliebenen Parenchyms, Martinotti (1888) hingegen bei seinen Hunden nach teilweiser Entfernung einen Ersatz durch Pankreasgewebe.

Bei der Regeneration von Schnittwunden in der Niere (Kaninchen — Peipers 1894/95) findet zunächst eine Wucherung der an die Wunde angrenzenden Harnkanälchenepithelien statt; später finden sich sowohl in Rinden — wie Marksubstanz neugebildetes Epithel und Zysten vor. Die Harnkanälchen setzen sich auch von den alten stets als gerade Kanälchen in das Regenerationsareale fort.

Ribbert (1904 *Leber*) zerstörte durch Gefrieren größere Nierenpartien und fand an die Nekrose [XIII, 1 h_1] eine außerordentlich lebhafte Regeneration der Harnkanälchen sich anschließen, welche den größten Teil der abgestorbenen durch neue Kanäle ersetzte [XIII, 1 h_2]. Regenerationen in der Niere hatten auch Petrone (1884) und Thorel (1903) beobachtet.

Ein keilförmiger Ausschnitt der Nebenniere von Kaninchen oder Meerschweinchen wurde hauptsächlich durch Bindegewebe ersetzt (Canalis 1887).

Die Mukosa des Uterus, nach Laparatomie am Hunde abgeschabt, wurde aus dem darunterliegenden Drüsenepithel erneuert; anfangs niedrig, wachsen seine Zellen zu zylindrischen heran und senden proliferierende Stränge aus, die zu Drüsen werden (Bossi 1892; auch Werth 1895). Ganz ähnlich verläuft der Vorgang an der künstlich entfernten Mukosa des Magens Centanni 1886, Baccarani 1899, Boccardi 1886, Griffini und Vassale 1888, Vivante 1894).

Bildung neuer Lungenbläschen an halb entfernten Lungen des Feuersalamanders [XI, 19] wurde von Muftić (1907) konstatiert, der auch nach völliger Entfernung der Lunge von Salamandra, Rana und Bufo [XI, 21] die Neubildung mehrerer Lungenbläschen von den Bronchien aus feststellte. Bei Säugetieren beobachtete Petrone (1884) bloß bindegewebigen Lungenersatz mit Epithelkanälchen embryonaler Art.

Die Regeneration der Haut geht von den Wundrändern der verbliebenen Partien aus; zunächst wird die Wunde bloß vom Epithele überkleidet, das in mehrere Lagen sich teilt [XIII, 3 *n*] (Marchand 1901) und später die differenzierten Organe (L. Loeb 1898), die Chromatophoren der Fische, die verhornte Kutikula bei Amphibien und Reptilien (Fraisse 1885), die Schleimdrüsen (Triton alpestris — Vollmier 1893, Triton cristatus — Tarchetti 1904), Talgdrüsen (Podwyssozki 1886, Ribbert 1904) und Haare (Giovannini 1890) [XIII, 3 d_1—d_7] aus sich hervorgehen läßt. Die tieferen Cutis-Schichten sind auch regenerationsfähig (Fraisse 1885); das unter der Sohlenhaut durch Frost zerstörte Fettgewebe stellt sich selbst beim Menschen wieder her (Marchand 1901) [XII, 3 *m*].

Größere Epidermisdefekte werden bei den Säugetieren nur mehr mit Bindegewebe ausgefüllt. Auch das durchlochte Trommelfell wird meist, aber nicht immer (Gomperz 1892) bloß durch Ersatzgewebe geschlossen.

Die verschiedenen Epithelien des Auges sind alle der Ersetzung durch gleichartige Substanz fähig. Die Hornhaut, cornea, regeneriert aus den eigenen, tieferen Schichten durch mitotische Teilungen und Einwanderung der sich neubildenden „Hornhautkörperchen“ in die Wunde (Rana, Columba — Eberth

1892; Canis [XIII, $2b_1$—b_2] — Marchand 1901; Busch 1836, His 1865, Krause 1870, Lott 1871, Reich 1873, Schneider 1862, Wadsworth 1870). Die Konjunktiva (Luteus 1837), die Glashäute (Donders 1899), die Desczemet'sche Membran (Ranvier 1898), die Netzhaut, retina (Baquis 1888, Krückmann 1899, Pardo 1906 *cristallino*) restituieren sich aus ihren Resten.

Deutschmann (1879) berichtet über die Regeneration des Humor aqueus nach Entleerung der vorderen Augenkammern.

Die Regenbogenhaut, Iris, ist nach Wolff (1903) bei Tritonen nicht imstande, einen künstlichen Defekt auszubessern, wenn nicht zugleich die Linse entfernt wurde. In letzterem Falle beginnt sie zu wuchern und bessert nicht nur den eigenen Defekt aus, sondern erzeugt auch eine neue Linse.

Auf die Erzeugung der Linse aus der Iris werden wir noch ausführlich später (§ 7 *c*) zurückkommen, weil sie der embryonalen Histogenese zu widersprechen scheint.

Bei den Säugetieren (Literatur vgl. § 3) regeneriert die Linse erst dann, wenn Reste von Linsenfasern, mindestens aber ein Teil der Linsenkapsel erhalten geblieben sind [XIII, 1 *a*]. Die nach Linsenextraktion regenerierende Linse kann durch Einlegen des Auges in Alkohol sehr deutlich gemacht werden, weil sie dann milchweiß wird (Gonin 1896). Auf frühen Stadien ist die Wucherung der „Nuklearzone" [XIII, 1 *a ε*], an welcher das zurückgebliebene Kapselepithel in Linsenfasern sich umwandelt, sichtbar; später erscheint die sprossende Linse von vorne als halbmondförmiger [XIII, 1 *a v*] Körper; von der Seite fällt auch in spätem Stadium noch die unvollkommene Wölbung der vorderen Linsenwand auf [XIII, 1 *a s*].

§ 7. Über die Beendigung der Regenerationen bei Wirbeltieren wird in den folgenden Paragraphen berichtet werden. Zunächst sei nur das Verhalten der primären und sekundären Geschlechtsorgane besprochen. Die exstierpierten Ovarien (Molche — Tornier 1896 *Hyperdaktylie*) und die abgeschnittenen Hoden (Kapaun, Schöps, Ochs und andere Kastrate) ersetzen sich nicht mehr. Die sekundären Geschlechtscharaktere der Amphibien sind durchwegs der Regeneration fähig (Kammerer 1907 *Sexualcharaktere*):

„Typische Regenerationen (ohne Einschiebung provisorischer Hypo- oder Hypertypie bis zur Erlangung der typischen Gestalt)

liefern die männlichen Geschlechtsattribute an den Gliedmaßen der Froschlurche," nämlich die Zehenschwielen am Vorderbeine von Bufo viridis, die Zehen- und Armschwiele von Bombinator pachypus bei Amputation der betreffenden Extremität an jungen Kaulquappen; „ferner der Sporn am Hinterbeine von Triton rusconii; was ihre Form anlangt, die ganzrandigen Kämme des Triton alpestris-Männchens und marmoratus-Männchens [XI, 16], vulgaris-Weibchens, vulgaris meridionalis- und graeca-Männchens, weiter die Schwanzfäden mancher Tritonarten, falls nicht mehr als ein Drittel des Schwanzes mit abgeschnitten wird; die Labiallappen der brünftigen Tritonmännchen, falls der Kiefer bei der Operation intakt blieb; die Zehenlappen des männlichen Triton vulgaris [XI, 17], falls die Zehen intakt blieben; und endlich unter derselben Bedingung die Schwimmhäute des männlichen Triton palmatus."

„Hypotypische Regenerationen liefern provisorisch der Kehlstimmsack von Hyla, wenn an geschlechtsreifen Männchen operiert; die Labiallappen der Tritonen, falls mit dem Kiefer operiert; die Zehenlappen von Triton vulgaris und Schwimmhäute von Triton palmatus, falls mit Zehengliedern, ganzen Zehen oder Gliedmaßen amputiert; was ihre Farbe anlangt, die ganzrandigen Tritonkämme; auch was ihre Form anlangt, die gesägten und gezähnten Tritonkämme; endlich die blauweiße Schwanzbinde des männlichen Triton cristatus, wenn nichts als der betreffende Hautstreifen abpräpariert worden war. Definitive Hypotypie scheint beim Doppelstimmsacke von Rana esculenta (♂); bei den Schwanzfäden der Tritonen, falls jene mit mehr als einem Drittel des Schwanzes abgeschnitten werden; bei der Halswarze des Triton pyrrhogaster . . . einzutreten."

Beim Fische Fundulus majalis besitzt nur das Männchen auf der Rückenflosse einen schwarzen Fleck [XI, 9♂]. Morgan (1904 *Notes*) schnitt die den Fleck enthaltende Partie durch einen schrägen Schnitt [$\beta\beta$] ab und erhielt innerhalb von zwei Monaten eine Restitution des betreffenden Teiles, aber ohne den schwarzen Fleck [XI, 9β]. Da Morgan die Fische nicht länger hielt, läßt es sich noch nicht entscheiden, ob definitive oder bloß provisorische Hypotypie vorlag.

Bei einer Reihe von Fischflossen tritt die Zeichnung, welche aber keinen sekundären Charakter abgibt, wieder unverändert auf, so nach Morgan (1902 *Fishes*) das schwarze Band an der

Schwanzflosse mancher Goldfische [XI, 10 a], nach Bogacki (1906) die Zeichnung der Schwanzflosse von Misgurnus fossilis, der Rücken- und Schwanzflosse von Esox lucius [XI, 7 b_2, 7 a], der Schwanzflosse von Cottus gobio und Cobitis taenia. Beim Flußbarsche, Perca fluviatilis, trägt die erste Rückenflosse in beiden Geschlechtern an einer, dem männlichen Rückenflossenflecke von Fundulus majalis entsprechenden Stelle einen ähnlichen schwarzen Fleck [XI, 12 b]. Wurde die Flosse von Bogacki (1906) entfernt, so erschien das Regenerat zunächst ohne Fleck [XI, 12 b_1], aber im Laufe von sieben Monaten erschien dieser ganz zuletzt, nachdem schon früher der schwarze Saum an der Flosse aufgetreten war.

Anfangs erschien dieses Regenerat, wie viele andere, auch das der Schwanzflosse des Goldfisches (Suworow 1904) [XI, 10 a_1] ganz weiß. Bei Spelerpes fuscus ist das Regenerat zunächst gallertartig durchsichtig (Berg 1893) und bleibt noch lange Zeit weiß; bei anderen Molchen tritt die Pigmentation rascher auf, beim Eidechsenschwanze ist vom Anfang an dunkle Pigmentierung vorhanden (Fraisse 1883—84, 1885).

Die Reihenfolge, in welcher die Gewebe sich am Aufbau eines entfernten Organes (Schwanz) beteiligen, ist nach Barfurth (1888): Epithel, Rückenmark, Chorda dorsalis; die Bindegewebe und Gefäße entwickeln sich bald nach dem Epithele. Die Nerven regenerieren langsamer als die Muskeln (Galeotti und Levi 1895), die sensitiven Nerven eher als die motorischen (Masius — 1880). Nach Nußbaum und Sidoriak (1900) regeneriert bei querdurchschnittenen Forellenembryonen das Rückenmark am langsamsten.

Tornier (1900 *Grundgesetz*) stellte den Grundsatz auf, daß bei Regenerationsprozessen jeder Art von den Hautgebilden zuerst die Basalpartien, von den Knochen aber die Spitzenpartien zuerst angelegt werden (Beipiel: Eidechsenschwanz). Wurde von einem Molchschwanz ein Stück entfernt, aber so, daß ein den Schwanzkern überragendes Hautstück entweder in Form von zwei Lappen oder einem Ringe [XI, 18 a_1] zusammengenäht werden konnte, so entstanden bei genügend tiefem Eingriffe Stümperschwänze [XI, 18 a_2], da das mit hyalinem Knorpel versehene Hautgewebe ein späteres Durchbrechen der Skelettspitze verhinderte, jenes selbst aber zur Ausbildung einer Spitze unfähig erscheint (Tornier 1906 *Begünstigung*). Ähnliche Resultate

erhielt derselbe Forscher (1906 *Mißverhalten*), wenn aus dem Schwanze von Bombinator- oder Pelobatesembryonen kurz vor dem Verlassen der Eihaut der Schwanzkern herausgeschnitten wurde, wobei die verbliebenen oberen und unteren Hautbortenpolster rasch verheilten.

§ 7*a*. Sehen wir in diesen Fällen die einzelnen Gewebe einen förmlichen Kampf untereinander ausführen so ist doch dieses unharmonische Verhalten bloß den ganz außergewöhnlichen Bedingungen zuzuschreiben. Bei einfachem Verluste eines Teiles sehen wir im Gegenteile auch bei den Wirbeltieren Regulationen eintreten, die auf hohe Korrelation der Teile hinweisen.

So beobachtet Kammerer (1907 *Sexualcharaktere*) folgende Veränderungen nicht direkt vom Verluste betroffener Körperpartien:

Wird aus dem braunen faltigen Kehlsacke des männlichen Laubfrosches ein Mittelfeld ausgeschnitten, so regeneriert dieses glatt in Weiß, welche Farbe auf die stehen gebliebenen Ränder übergreift und erst später wiederum einer vom Zentrum aus neu auftretenden Bräunung Platz macht; die Falten der stehengebliebenen Teile verschwinden.

„Die Verbleichung an regenerierten Strecken der Tritonenkämme geht auf die benachbarten, nicht operiert gewesenen Kammstrecken über, besonders bei Triton alpestris, wo die Hypotypie in der Färbung und dem Zeichnungsmangel des Regenerates am schärfsten ausgesprochen ist."

(„Die Verdüsterung an regenerierten Hautstücken des männlichen Triton cristatus-Schwanzes, die dem Bereiche der blauweißen Flankenbinde angehören, teilt sich nur dem Grenzgebiete der Wunde mit; sie bringt dagegen die gesamte Binde zu gunsten der braunen Grundfarbe zum Schwund, wenn nicht bloß Hautdefekte, sondern ganze Schwanzteile zu restituieren waren.")

Die männlichen Kämme von Triton vulgaris typicus [XI, 17] erstrecken sich über Rücken und beide Schwanzränder. Wird der Schwanz abgeschnitten, so regeneriert nicht nur dieser ohne die normalen Auszackungen, sondern der Rückenkamm erfährt eine Reduktion durch Verstreichung der Auszackungen [XI, 17 *c*]. Werden bloß Teile des Rücken- oder Schwanzkammes entfernt, so findet ebenfalls eine Reduktion der restlichen Kammpartien statt, doch ist dieselbe bloß stark an Teilen merkbar, welche beide der dorsalen Körperhälfte angehören. Es ist hervor-

zuheben, daß die Ganzrandigkeit der Kämme nicht einfach auf ein Schrumpfen derselben zurückzuführen ist, da mit Ende der Brunstzeit schrumpfende Kämme ihre Auszackungen noch bei einer Höhe aufweisen, bei welcher die kompensatorisch reduzierten ganzrandig sind.

Eine allgemeine Größenabnahme hungernder Tritonen (Diemyctylus) führte in Versuchen von Morgan (1906 *Physiology*) zur Ausbildung von Regeneraten im gleichen Größenverhältnisse zur Gesamtmasse des Tieres wie bei ernährten Kontrolltieren. Hingegen konnte Towle (1901) keine Veränderung der Muskeln im Oberarme bei Regeneration des Unterarmes feststellen. H. Müller (1864) beobachtete eine Degeneration des nach Autotomie übriggebliebenen halben Wirbels eines Eidechsenschwanzes mit nachfolgender Regeneration und meint, dies sei vielleicht der normale Hergang des Prozesses.

Bei Hirschen kann die hypertrophische Entwicklung eines Geweihteiles die Reduktion anderer Teile derselben Stange im Gefolge haben. So war bei einem Edelhirsche, Cervus elaphus, eine Spaltung der linken Stange eingetreten [XII, 18]; im nächsten Jahre bildete sich der vordere Spaltteil weiter, der rückwärtige aber reduzierte die Sproßzahl [XII, 18 *c*] (Rörig 1901). Ähnliche Fälle kommen auch beim Reh, Cervus capreolus, vor [XII c_2] (auch Botezat 1904).

Selbst auf die Stange der Gegenseite kann sich die korrelative Reduktion erstrecken. Ein Schweinshirsch, Hyelaphus porcinus, brach den linken Stirnzapfen, so daß die Stange wagrecht herabhing [XII, 17]. Trotzdem wurde das Geweih rechtzeitig abgeworfen und wieder angesetzt.

„Es entstand an der Seite, wo der Bruch des Rosenstockes stattgefunden hatte, also an der linken Seite, ein aufrechtes Gabelgeweih, aus einer kurzen dünnen Stange mit einer Augensprosse von fast gleicher Höhe bestehend und bis auf die Rose herab gespalten. An der gesunden Seite, auf dem rechtsseitigen Rosenstocke, wuchs die Stange dicht über der Rose in rechtem Winkel wagrecht nach außen, drehte sich gegen das Ende etwas nach hinten und bildete schließlich zwei kurze stumpfe Spitzchen als ihre einzige Verzweigung“ (M. Schmidt 1865) [XII, 17 *c*].

Ein ähnlicher Fall ist von einem Axishirsch, Axis maculata, bekannt; die gebrochene Stange wies nach dem Geweih-

wechsel eine Torsion auf, die gesunde Seite hatte bloß einen 1·5 *cm* langen Stumpf aufgesetzt (Rörig 1901).

Mayer (1832) berichtet über eine ähnliche Erscheinung am Auge des Meerschweinchens nach Extraktion einer Linse des linken Auges: „Merkwürdig war es, daß das rechte Auge des Tieres von selbst erkrankte, von einem entzündlichen Prozesse ergriffen wurde, infolge dessen die Netzhaut mit der hinteren Wand der Kapsel und dem größtenteils resorbierten Glaskörper verwachsen war. Es scheint der vermehrte Reproduktionstrieb des linken Auges störend auf die Vegetation des rechten Auges eingewirkt zu haben.“ Seither ist diese Erscheinung beim Menschen nicht selten nach Staroperationen beobachtet worden.

Bisher haben wir kompensatorische Reduktionen der Wirbeltiere besprochen. Kompensatorische Hypertrophien kommen auch öfter vor, namentlich dort, wo infolge des vorgerückten Alters oder der hohen Differenzierungsstufe eine Regeneration nur schwer mehr zum Ziele führen kann. So regenerieren junge Frösche den entfernten Oberkiefer [XI, 24 *cc*], während bei älteren über 4 *cm* langen (Rana temporaria — Werber 1906 *Kiefer*) bloß an den Rändern des verletzten Kiefers eine zweizackige Gewebewucherung auftritt, in deren Lücken nun der Unterkiefer hypertrophierend vorwächst.

Nach Kochs (1897) wird bei alten Salamandern der Schwanz mit seinen Wirbeln nicht mehr regeneriert; bei Entfernung einer vorderen Extremität tritt kompensatorische Hypertrophie der hinteren Extremitäten und des Schwanzes ein, bevor sich die spätbeginnende Regeneration der Vordergliedmaße bemerklich macht. Kammerer (1905 *Abhängigkeit*) fand, daß eine einseitige Amputation oder sonstige Verletzung bei Urodelen- oder Anurenlarven ein rascheres Hervorbrechen der noch unter der Haut befindlichen Hinterextremität respektive bei den Anuren Vorderextremität auf der Verletzungsseite zur Folge hat, falls die Wunde noch in Heilung und Regeneration begriffen, hingegen auf der Gegenseite, falls das Regenerat völlig fertiggestellt war, ehe die ungefähre normale Zeit des Hervorbrechens der betreffenden Gliedmaße sich eingestellt hatte.

Kompensatorische Hypertrophie wird dann bei inneren Organen viel angetroffen, wenn infolge hoher Spezialisierung ihre Regenerationsfähigkeit nur mehr gering ist. Während bei den Speicheldrüsen mehr durch Regeneration ersetzt wird, ist die

Hypertrophie in Niere, Leber und Hoden größer (1894—1895). Doch können auch Speicheldrüsen kompensatorische Hypertrophie aufweisen (Krahé 1888).

Nach völliger Entfernung eines Hodens (Kaninchen, Meerschweinchen — Hackenbruch 1888, Ribbert 1890, 1894, 1895) oder Ovariums (Paasewaldt 1888) kann deutlich Hypertrophie der Keimdrüse auf der Gegenseite konstatiert werden. Doch beobachtete Lohde (1891) beim Hunde bis zum 40. Tage nach einseitiger Testikelentfernung nur die halbe Anzahl von Spermatozoen.

Ribbert (1894/95) exstirpierte 5 von den 8 Mammaranlagen zweimonatlicher Kaninchen und beobachtete Hypertrophie der unpaar gelassenen, die namentlich durch Hyperplasie der Drüsenlappen zustande gekommen war (vgl. auch Trostorff 1888). Analoge Versuche an der Nebenniere verdanken wir Velich (1896—1897), Simmonds (1900, Literatur!) u. a. m. Beobachtungen über kompensatorische Hypertrophie der Lunge machte Haasler (1891). Starke Ausdehnung der nicht operierten Lunge fand Muftić (1907) bei seinen Versuchen über Lungenregeneration beim Feuersalamander. Die Ausdehnung war stark, wenn die entzweigeschnittene Lunge der Gegenseite offen gelassen war, was ihre Regeneration verhinderte, hingegen gering, wenn die operierte Lunge durch Nähte verschlossen worden war. Letztere Operationsvariation hat zunächst eine geringe Ausdehnung auch der operierten Lunge zur Folge, die aber bald von einem wahren Regenerationsprozesse abgelöst wird, bei dem es zur Bildung neuer, mit den ursprünglichen gleich großer Lungenbläschen aus normal großen Zellelementen kommt. Hingegen sind bei der Hypertrophie die Zellen vergrößert, ohne Zellvermehrung, aber mit Interzellularräumen.

Muftić fand in seinen Versuchstieren auch das Herz bedeutend vergrößert, die Leber wenig, die Milz hyperämisch. Vergrößerung der Lymphdrüsen fand nach Aderlässen an Hund, Katze, Kaninchen und Maus statt (Grünberg 1891).

§ 7 *b*. Die meisten Restitutionprozesse kommen bei den Wirbeltieren durch echte Gewebssprossung zustande. Bezüglich der Gewebe ohne besondere Formgestaltung haben wir schon zu sprechen Gelegenheit gehabt (vgl. § 6 *a*). Es bleibt noch das Zustandekommen bestimmtgeformter Gebilde zu besprechen übrig.

Das Ausreißen des Haares (Giovannini 1890) führt zu-

nächst zur Atrophie des Follikels [XIII, 3 d_1]; erst verhältnismäßig spät vermehren sich die zurückgebliebenen Epithelreste, und zwar jene über der alten Papille karyokinetisch und dann jene in nächster Nähe derselben. Die neugebildeten Zellen breiten sich schichtenförmig aus. Dann erhebt sich eine kaum angedeutete Spitze [XIII, 3 d_2] und die äußere Schichte verhornt, die Henlesche Scheide bildend [XIII, 3 d_3]. Nun erfolgt die weitere Differenzierung unter bedeutender Erweiterung des Follikels [XIII, 3 d_4—d_5]; das Haar durchbricht seine erste Scheide [XIII, 3 d_6] und erhält seine definitive Schichtung [XIII, 3 d_7] und Verhornung (Giovannini 1891). Beim Hunde fand Heusinger (1822) im Haarbalge ausgerissener Schnurrbarthaare 2 *mm* lange Regenerate. Die Haare sind anfänglich in den Balg zurückgebogen (Meerschweinchen — Vaillant 1861).

Ähnlich dem Regenerationsverlaufe der Haare ist der der Federn; doch wird bei letzteren das Wachstum durch völligen Verschluß des zuleitenden Blutgefäßes endlich sistiert (Samuel 1870).

Bei der Ausbesserung von kontusionierten Platten des Schildkrötenpanzers oder eines ausgeschnittenen kreisförmigen Loches (Gadow 1886) werden die verletzten Dermalplatten abgestoßen [XII, 9 α und γ, *D*). Die Epidermis [*E*] überwächst die Reste dieser nekrotisierten Knochenplatten, bildet ein neues Rete Malpighi [9 β *M*], das die Pigmentschicht [*P*] bildet und unter der sich die neuen Hautknochen als ossifizierte Cutis [*O C*] entwickeln.

Nicht nur kleinere Gebilde, auch ganze Körperteile kommen durch Sprossung der Gewebe zur Neubildung.

Die weitestgehende Verletzung mit regenerativen Sprossungen an Wirbeltieren stellen die von Nusbaum und Sidoriak (1900) an älteren Forellenembryonen, Salmo fario, später von Nusbaum (1903) an Salmo irideus fortgesetzten Versuche dar.

Bei den in der hinteren Körperhälfte auf verschiedenen Querschnitten [XI, 6] durchtrennten Fischen ließ sich zunächst ein direkter Übertritt des Blutes aus der Aorta in die Kaudalvene erkennen. Bald sproßten jedoch zwischen beiden Blutgefäßen neue Kapillaren hervor, unter rascher Zunahme der Blutkörperchen. Nach 48 Stunden wurde Vorschiebung des Epithels und Neuauftreten einzelliger Drüsen beobachtet, nach 24 Stunden Bedeckung des früher 1—2 *mm* hervorragenden Chordastummels, ohne energische Karyokinesen. Solche treten mit einer Woche zahlreich auf; die Cutis wächst, das Wundepithel vor sich her-

treibend, buckelig vor; durch Einwachsen von Bindegewebe in zwei solche Fortsätze bilden sich die Mittelachsen der Schwanzflosse [XI, 6 *a* II], in die auch Muskelfasern und Knorpel einwandern. Nach 14 Tagen sprossen Chorda dorsalis, Tunica interna und skelettogene Schicht im Anschlusse an die alten hervor. In der jungen skelettogenen Schicht entwickeln sich knorpelige Anlagen der Wirbel.

Bei einigen Embryonen wurde ein so großer Körperabschnitt abgetragen [XI, 6 *a* IV], daß ein Teil des Darmes und die sogenannte Urethra dabei durchschnitten wurde, etwa 5 *mm* vor ihren Öffnungen [*a*, *u*.]. Nach 4—5 Wochen war ein neuer After, 10 Wochen eine neue Urethralöffnung vorhanden [XI, 6 *a* IV], beide durch Entgegenwachsen einer Ektodermeinsenkung und mitotische Sprossung ihrer Restteile zustande kommend. Die Muskeln unterliegen zunächst in den der Verletzung anliegenden 8—10 Segmenten einer Degeneration, die erst von der zweiten Woche an zu einer Neusprossung aus alten vorderer Segmente oder aus Resten der verletzten führt, endlich auch aus schmalen Bändern anscheinend indifferenten Plasmas, in denen kontraktile Substanz auftritt, erst Längs-, dann auch Querstreifung ausbildend.

Die weitere Differenzierung der Schwanzflosse konnte von Nusbaum nicht mehr beobachtet werden. Aus den Versuchen von Suworow (1904) am Goldfische, Carassius auratus, geht hervor, daß die Knochen aus Periost regeneriert werden, die Flossenstrahlen sich ungegliedert anlegen [XI, $10\,a_1 - a_2$] und dann in den Gelenken zerfallen [XI, a_3]; die distalen Flossenteile sind mit Bindegewebe erfüllt.

Bei den Syngnathiden regeneriert selbst nach Abschnitt größerer Schwanzteile, falls den betreffenden Arten eine Schwanzflosse zukommt, eine solche embryonaler Art: das Urostyl [*u*] tritt zugleich mit den definitiven Flossenstrahlen auf [XI, $4\,a_2$] (Duncker 1906). Hippocampus brevirostris, das bloß nach dem Ausschlüpfen, und Nerophis aequoreus, die als einzige ihrer Gattung dauernd eine Schwanzflosse besitzt, scheinen jedoch eine solche regenerativ nicht mehr auszubilden (Duncker 1907).

§ 7 *c*. Die Differenzierung regenerierender Gliedmassen fordert wegen der deutlichen Stadien in der Aufeinanderfolge der Knochenanlagen zum Vergleiche mit Ontogenie und Phylogenie auf.

Goette (1879) untersuchte diese Verhältnisse bei Tritonen. Die regenerative Skelettbildung an der vierzehigen Vorder- und fünfzehigen Hinterextremität von Triton cristatus und vulgaris ging namentlich bei ganz jungen Larven im wesentlichen wie bei der Embryogenese vor sich. Je später aber die Larven oder metamorphosierten Molche operiert wurden, desto mehr traten gewisse Abweichungen in der Skelettentwicklung auf. Bei der vorwiegend im Oberarme oder Oberschenkel vorgenommenen Amputation war bereits im konischen Regenerationskegel das Skelett sichtbar und schloß sich bei jüngeren Larven an das alte Skelettstück direkt an, während bei älteren Tieren eine Art Kallus eingeschoben war. Schon frühzeitig trat bei Triton cristatus, weniger deutlich bei Triton vulgaris, die Verknorpelung ein, welche im Gegensatze [?] zur Embryonalentwicklung kontinuierlich erschien. Die Reihenfolge im Erscheinen der Zehen war um so mehr abgeändert, je älter die Versuchstiere waren. In der Ontogenese treten nämlich zuerst die zwei Finger fast gleichzeitig auf [XI, 186], sodann der dritte, erst zuletzt der vierte; bei der Regeneration nimmt nun mit zunehmendem Alter die Tendenz zu gleichzeitiger Entwicklung der dritten und vierten Zehe zu [XI, 18*c*].

Dieser Modus wird in der Ontogenese aller höherstehenden Vertebraten befolgt. Das Gegenstück zu den Tritonen liefert die Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans — Ridewood 1898). In der Embryonalentwicklung treten die Zehen fast gleichzeitig auf [XI, 23]; bei der Regeneration operierter Kaulquappen, die erst am metamorphosierten Tiere eintritt, entsteht zuerst die zweite, dann die erste und dritte, endlich die vierte und die fünfte Zehe [XI, 23γ]. Es treten hier also jedenfalls keine atavistischen Merkmale hervor. Hingegen hat man es versucht, die an den Armen regenerativ entstehenden fünf an Stelle von vierfingerigen Händen (Siredon — Vulpian 1867, Barfurth 1895, Triton — Goette 1879) als Rückschlag auf die fünffingerige Ahnenform zurückzuführen. Aber auch hier ist große Vorsicht geboten, da man durch verschiedene (§ 10 zu besprechende) Methoden eine Vermehrung der Fingerzahl an beliebigen Stellen der Hand und des Unterarmes durch Spaltung der Fingeranlagen erhalten kann (Barfurth 1895, Giard 1895, Triton cristatus — Tornier 1896 *Hyperdaktylie*.) Doch scheint nach Barfurths Versuchen bei proximalerem Abschnitte die Tendenz zur Fünffingerig-

keit zu wachsen, was das Vorkommen richtiger fünffingeriger Hände neben denen mit Zehenspaltungen usw. wahrscheinlich macht. Damit ist aber die atavistische Deutung um so weniger erwiesen, als bei den Tritonen der normal fünfzehige Fuß beim Abschnitte in der Schenkelmitte oder unterhalb derselben fast regelmäßig mit vier Zehen regeneriert, ohne daß die fehlende Zehe — nach Goette (1879) ist es die dritte — später nachkommen würde. Auch kommen außer den fünffingerigen dreifingerige Hände bei Tritonregeneraten vor (Goette 1879) und an den normalerweise dreifingerigen von Proteus*) solche mit vier bis fünf Fingern, die freilich meist wie an den fünffingerigen Händen von Siredon und Triton durch die Gruppierung sich als Spaltungshyperdaktylien leicht erkennen lassen. Nach Wolffs (1902) Versuchen an Triton würde Drei- und selbst Zweifingerigkeit der Regeneration nach Nervendurchschneidung öfter zukommen.

Die Regenerate können bei den Reptilien in zweierlei Hinsicht von den Primärbildungen abweichen: in der Beschuppung und im Skelettbaue. Hierauf gründet sich die Annahme Eggers (1888), daß es sich bei dem Naturfunde Eiffes (1884) um ein regeneriertes Eidechsenbein handle [XII, 6 *a*]; freilich kann der Verlust bereits ein embryonaler gewesen sein. Direkt beobachtet ist das Entstehen abweichender Beschuppung und Skelettbildung am Schwanze und am Kiefer. Diese Abweichungen betreffen das Auftreten kleinerer, sogenannter Granulaschuppen oder anderer primitiver Formen an Stelle von weiter differenzierten Schuppen oder Schildern und die Vertretung von Knochen durch Knorpel. Bei unseren Eidechsen (Lacerta) beschränkt sich die Verschiedenheit in der Schwanzbeschuppung auf die etwas geringere Größe der Schuppen und die Abwesenheit der für die betreffende Art charakteristischen Zeichnung [XII, 5 *a*]. Eine Verdickung an der Basis mancher Schwänze, am stärksten bei Gehyra mutilata, doch auch bei Gecko [XII, 4 *a*], Lacerta, Pygopus und Hatteria vorkommend (Werner 1896) ist nach Tornier (1897 *Regeneration*) ebenso wie die Schuppenvergrößerung an dieser Stelle auf den vermehrten Blutzufluß zurückzuführen. Ebenfalls unverändert ist die Schuppenform bei den übrigen Lacertiden, dann bei den nahe verwandten Gerrhosauriden, Uroplatiden (Uroplates fimbriatus) und Anniellíden (Anniella pulchra), welche alle die ur-

---

*) Kammerer, Zentralbl. f. Physiologie. XXII. 290. **1908.** Die zweizehigen Hinterextremitäten regenerierten stets zweizehig.

sprüngliche Wirtelanordnung aufweisen (Werner 1896). Unverändert, und zwar mit allen großen Tuberkelschuppen regeneriert die Brückenechse, Sphenodon punctatus [XII, 2], bekanntlich die ursprünglichste Reptilienform.

Unter den Geckoniden kommen außer körnerschuppigen Schwänzen, z. B. Hemidactylus platyurus, auch solche mit Tuberkelschuppen vor. Der regenerierte Schwanz solcher Formen, z. B. Gecko verticillatus [XII, 4 *a*], ist nun bloß mit Körnerschuppen bedeckt. Eine ähnliche Beschuppung weisen die Schwänze der Embryonen bis zu einem gewissen Alter und auch die Schwanzspitze zeitlebens auf. Die letztere Analogie ist besonders deutlich bei Ptychozoon homalocephalum [XII, 3] zu erkennen, wo die tiefe Einkerbung des Schwanzsaumes am normalen Schwanze gegen das Ende zu in einen ungegliederten Lappen ausgeht, am Regenerate aber der ganzen Länge nach verwischt ist [XII, 3 *a*]. Die ursprünglichsten Geckonen, welche auch keine verbreiterten oder geknickten Zehen besitzen, haben vorwiegend auch primär keine Tuberkelschuppen.

Ähnliche Parallelen zwischen niedrigen Formen und Regeneraten höherer derselben Familie wiederholen sich bei den Eublephariden (Eublepharus variegatus und fasciatus primär, Eublepharus macularius sekundär ohne Tuberkelschuppen), den Pygopodiden (Lialis, Delma, Cryptodelma, Aprasia primär, Pygopus sekundär ohne Kielschuppen — Werner 1896), den Agamiden (meiste Arten primär, Agama colonorum, aculeata — Boulenger 1888, Agama stellio — Werner 1896 sekundär schiefe Rhomben an Stelle von Wirteln), den Iguaniden (Liolaemus primär, Iguana tuberculata — Boulenger 1888, Anolis trossulus, Brachylophus fasciatus, Liocephalus guentheri, Ctenosaura pectinata sekundär kielschuppig anstatt stachelwirtelig — Werner 1896), den Anguiden (Diploglossus primär, Ophisaurus moguntinus aus dem Oberoligozän — Lydekker, O. gracilis — Boulenger 1888, O. ventralis sekundär glatte Zycloïdschuppen statt Wirtelkielen; Ophiodes striatus, intermedius, Anguis fragilis an den Seiten glatte Zycloïd- statt glatter Wirtelschuppen — Werner 1896, bei letzterer Art nach Rankin 1857 in größerer Zahl), den Tejiden (Tejus primär, Gymnopthalmus quadrilineatus sekundär Wirtel an Stelle von Zycloïdschuppen — Boulenger 1888) und endlich den Scincoïden (Teratoscincus primär, Scincus, Lygosoma cyanurum, Mabuja, Chalcides, Eumeces, Ablepharus

sekundär Suprakaudalschilder statt Zycloïdschuppen auf der Dorsalseite des Schwanzes — Werner 1896).

Nach Fraisse (1885) geht die Ausbildung der Schuppen regenerierter Echsenschwänze nach einem von der Embryonalentwicklung abweichenden, abgekürzten Modus vor sich. Sie gehen nicht aus Papillen, sondern langen geschlossenen Follikeln hervor, die sogleich Falten aufweisen, welche sonst erst später entstehen. Hingegen zieht sich das dunkle Pigment wie beim jungen Tiere später in die Cutis zurück. Die breite Cutispapille der regenerierenden Schuppe wird sogleich in der Ausdehnungsrichtung der Schuppe angelegt, während in der Embryonalentwicklung zunächst ein radiärsymmetrisches Wachstum statthat. Die regenerierende Eidechsenschuppe wächst sogleich bilateral-symmetrisch, was eine bedeutende Abkürzung des Entwicklungsganges involviert.

Im regenerierten Schwanze der Eidechsen und Blindschleichen sind Knochenkugeln im regenerierten Schwanze als Rudimente der Knochenschuppen vorhanden, bei den Geckoniden fehlen dieselben jedoch gänzlich.

Die Haupteigentümlichkeit des regenerierten Reptilienschwanzes besteht darin, daß er statt von einer Wirbelsäule von einem Knorpelstrange durchzogen wird, der sich an den stehengebliebenen Rest des letzten knöchernen Wirbels derart anschließt, daß sein Lumen die Verlängerung des Rückenmarkes aufnimmt, sein oberer Rand sich an den Wirbelbogen, sein unterer an den Wirbelkörper anschließt [XII, 5 *a*] (Perrault 1688, Gachet 1834, Leydig 1872, E. Müller 1896, H. Müller 1863, Werner 1896).

Im normalen Schwanzende der Eidechsen fand Leydig (1872) stets einen knorpeligen Endstab, während H. Müller (1864) an dem einen von ihm untersuchten Exemplare ein kleines Knötchen unvollkommener Knochensubstanz ohne Bogen als letztes Ende der Wirbelsäule konstatierte: darüber lag bereits ein Filum mit Lumen wie im regenerierten Schwanze durchaus vorhanden. Fraisse (1885) leugnet nach Untersuchungen an jung aufgezogenen Eidechsen das Vorkommen eines knorpeligen Endfadens; die Verknöcherung reiche bis ans Ende. Die Kiefer der Reptilien weisen bei der Regeneration Granulaschuppen an Stelle von Schildern (Lacerta agilis — Werber 1905 *Kiefer*, 1906 *Kiefer*) [XII, 5 α_1, β_1] oder mehrere Schilder [5 β_2] oder endlich eine Verschmälerung des mittleren Schildes (Tarentola annularis

und mauretanica, Unterkiefer — Werber 1906 *Kiefer*) auf. Die Knochensubstanz [XII, 5 γ] wird zunächst durch Bindegewebe ersetzt [XII, 5 γ_1]. Jedoch ist es sehr wahrscheinlich, daß später Verknorpelung und sogar Knochenbildung erfolgt, da gelegentlich neue Zähne in Werbers Versuchen auftraten. Es frägt sich überhaupt, ob wir es auch beim Reptilienschwanze mit bleibenden Hypotypien zu tun haben oder ob nicht schließlich Beschuppung und Verknöcherung sich weiter ausbilden. Für das spätere Wiederauftreten der differenzierten Schuppentypen sprechen die von Werner (1896) angeführten Exemplare von Gecko vittatus und Phyllodactylus Stumpfii, welche ausnahmsweise Tuberkelschuppen wiedererzeugt hatten. Zugleich wiesen sie eine zweite Regeneration geringeren Umfanges auf, die der Tuberkelschuppen entbehrte. Es kann sich also nicht um ein ausnahmsweises Verhalten der Exemplare, sondern nur um eine verschiedene Regenerationszeit gehandelt haben. Bezüglich der schon von Bosc (1817) angegebenen späteren Verknöcherung schreibt H. Müller (1864): „Der Knorpel ist in alle Unebenheiten des Knochens und seiner Markräume so eingelassen, daß beide in dem innigsten Zusammenhange stehen. Wahrscheinlich sind die Zellen des Markes sogar an seiner Produktion wesentlich beteiligt . . . Bei manchen, offenbar seit lange regenerierten Schwänzen tritt dann ein weiteres Stadium ein durch Bildung von Markräumen in dem verkalkten Knorpel und Entstehung neuer, echter Knochensubstanz, welche namentlich die Oberfläche des Knorpels mitunter ziemlich weithin überzieht.“ Auch Fraisse (1885) beschreibt äußere und innere Faserknochenbildung.

Bei den Amphibienkiefern (Triton cristatus [XII, 18 β], alpestris, Rana esculenta, Hyla arborea — Werber 1906 *Kiefer*) wird die Knochensubstanz unverändert regeneriert, ebenso in den Schwänzen. Doch tritt hier eine vollständige knorpelige Wirbelsäule, aus einer Reihe von Körpern mit oberen und unteren Bogen bestehend, auf, die erst später verknöchert (Triton cristatus, Triton vulgaris — H. Müller 1864). Diese Verknöcherung sah H. Müller bloß an der Oberfläche in Form von Knochenschalen, nicht aber im Innern des Knorpels durch Markraumbildung vor sich gehen, was er aber auf ungenügende Beobachtungszeit zurückzuführen geneigt war. Bei der Untersuchung des normalen Schwanzendes unserer Tritonen ergab sich nun aber die interessante Tatsache, daß ihre Wirbelsäule nicht mit einem

knöchernen Wirbel endigt, sondern in einen knorpeligen Strang ausläuft, eine Erscheinung, die Kölliker bei vielen Fischen konstatiert hatte.

Die Bildung der regenerierenden Wirbel nach Art des normalen Schwanzspitzenwachstums bestätigt auch Fraisse (1885) für Pleurodeles und Siredon.

Beide Autoren stimmen auch darin überein, daß bei den Anurenlarven die Chorda völlig regeneriert wird, bei den Urodelen jedoch sich sowohl im regenerierten Schwanze als auch im normalen Schwanzende nicht in das Knorpelrohr erstreckt. Müller schließt daran die Frage, „ob nicht eine Anzahl von Wirbeln, wenn auch rudimentären, aus dem hinteren Ende der skelettbildenden Schicht hervorgehen können, durch welches nie die Chorda hindurchgegangen war. Diese Frage hatte sich ihm schon früher aufgedrängt, gelegentlich der Untersuchung der Schwänze von Säugetierembryonen, allein das Material reichte nicht zur Sicherstellung hin und bei Tritonen ist eine solche auch (u. a. durch Zählungen der Wirbel) bei Larven zu erwarten.“

In den von Thomas (1905) als Regeneraten angesprochenen Schwänzen von Bilchen finden sich keine ausgebildeten Wirbel, sondern bloß ein verknöcherter stielförmiger Fortsatz im Anschlusse an den letzten abgebrochenen Wirbel (Eliomys [XII, 25*a*], Graphiurus). Die histologische Untersuchung ergab (Ridewood 1905), daß es sich bei dem von einem Zentralkanale durchzogenen Stiele um echte, radiär-konzentrisch angeordnete Knochensubstanz handle, nicht wie bei dem gleichzeitig untersuchten Leguanschwanze um verkalkten Bindegewebsknorpel. Daß es sich aber auch bei den Bilchen ebenso wie bei den Echsen um die Ausbildung einer abschließenden Schwanzspitze handelt, beweist die Behaarung, die beim Graphiurusregenerate den Endbuschen zeigt (Thomas 1905)*) (vgl. noch Claviglis — Jentink 1887). Besonders deutlich ist dies beim Gartenschläfer (Eliomys nitela) [XII, 25], von dem Fatio (1869) angibt, daß bald nach dem Verluste des Schwanzes selbst bei einer Verkürzung bis auf ein Drittel der ursprünglichen Länge die zweifache Farbe wieder hergestellt wird.

*) Henneberg (Schwanzautotomie und Regeneration bei Säugern. Anatom. Anzeiger XXXII. Ergänzungsheft; 208, **1908**) fand bei Myoxus glis $1^1/_2$ Jahre nach der Autotomie keine Verlängerung, sondern Verschmächtigung und Verschmelzung der drei letzten stehen gebliebenen Wirbel des Schwanzes; freilich scheint er auch keinen neuen Endbuschen beobachtet zu haben.

Während die Gewebsregenerationen im allgemeinen nach embryonalem Typus vor sich gehen (Fische — Nusbaum 1900, Amphibien und Reptilien — Fraisse 1885, Brustdrüse der Säugetiere — Ribbert 1891, Desczemetsche Membran im Auge — Ranvier 1898 u. v. a.), kommt bei der Augenlinse der Tritonen eine auffallende Abweichung von jenem Vorgange vor, wie er für die Embryogenese beschrieben wird. Bei dieser soll bekanntlich die Linse als Einstülpung der Epidermis angelegt [XI, 15 h_1—h_2] und schließlich gänzlich als Linsenbläschen abgeschnürt werden [h_3]. Sie liegt daher schließlich von äußerer Haut, die sich zur Kornea aufhellt, gänzlich entrückt der dunkelpigmentierten Iris an [XI, 17 h_4].

Wird nun an einem Triton cristatus (Colucci 1891), an einer Larve von Triton vulgaris (Wolff 1894—1895), einem eben metamorphosierten Triton (E. Müller 1896, Wolff 1894—1895) oder einer Feuersalamanderlarve (Fischel 1898, 1902) die Linse extrahiert, so wird zunächst die Einlagerung von Pigmentkörnern in der äußeren Lamelle des oberen Irisrandes rückgängig gemacht [XI, 17 h_1]. Hierauf tritt ein Knötchen am oberen Pupillarrande auf, das durch Scheidung des äußeren und inneren Irisepithels einen Spalt erhält [17 h_2]. Die weiteren Veränderungen entsprechen der normalen Ontogenese. Das Linsensäckchen senkt sich ein [17 h_3]; die Zellen der vorderen Seite desselben behalten kubischen Charakter und werden zum Linsenepithel, die der hinteren verlängern sich und werden zu den Linsenfasern. Erst dann erfolgt die Trennung der Linse vom Mutterboden, also bedeutend später als in der Embryogenese. Am Wesentlichen des Vorganges ändert sich nichts, ob die Linse durch Staroperation mittels Kornea-Einstiches und parallel der Iris geführten Messerschnittes zum vorderen Herausgleiten gebracht (Wolff 1894—1895), oder von rückwärts durch die Rachenhöhle entfernt wird, ob nach der Staroperation mittels Durchschneidung des Halsmarkes (Wolff 1901) oder durch Ätherisierung (Salamander — Reincke 1902) eine künstliche Rückenlage aufgezwungen wurde. Stets geht die Linsenbildung vom ursprünglich oberen Irisrande aus, ein Gleiches wird bei Entfernung des ganzes Auges bis auf wenige Reste (Colucci 1891) [XI, 17 h_5] oder bloß von Iristeilen (Wolff 1903) beobachtet, in welch letzteren Fällen auch die Iris selbst zu regenerieren war.

Nach Schimkewitsch (1902) wäre die Entstehung der

Linse aus der oberen Augenblasenwand phylogenetisch der ursprüngliche Zustand, und es läge in dem Bestehenbleiben der linsenbildenden Potenz im oberen Irisrande eine atavistische Veranlagung.

§ 8. Jene raschen Regenerationen, die bei den niedrigeren Tiergruppen vorkommen, finden wir bei den Wirbeltieren nicht mehr. Am größten ist die Geschwindigkeit noch bei den Gewebsregenerationen, namentlich der Haut. Die Magenfirsten regenerieren beim Kaninchen in 2—3 Tagen nach Abstoßung des ersten Wundschorfes nach Verätzung (Pilliet 1894), die Mamilla wächst vom 4. Tage ab bereits wieder in die Höhe (Ribbert 1891). Wesentlich länger brauchen schon ausgerissene Haare, am Meerschweinchen 8—20 Tage (Vaillant 1861), am Menschen 71 bis 72 Tage (Giovannini 1890). Bei der Leber von Säugetieren dauern die Reparationsprozesse 2—3 Tage oder eben so viele Wochen, je nach Tiefe des Eingriffes (Podwyssozki 1886). Die $\frac{1}{2}$—$\frac{5}{6}$ entfernte Submaxillardrüse des Kaninchens erlangt in 3 Wochen normale Größe (Ribbert 1894—1895). Wurden von der 50 *mm* langen Milz derselben Tierart 5 *mm* belassen, so wuchs das Organ in 2 Monaten auf 20 *mm* an; bei der Wanderratte wuchsen 3 *mm* von 16 *mm* belassen in 25 Tagen auf 14 *mm* an (Philippeaux 1867). Das Auftreten eines Linsensackknötchens am oberen Pupillarrande des linsenoperierten Triton vulgaris dauert bei Larven etwa 11 Tage, bei solchen, die eben die Kiemen resorbiert haben, 13, bei erwachsenen 20 Tage (Wolff 1894—1895). Bis zur Vollendung der Linse der Gestalt und Größe nach vergehen aber 4 Monate (Wolff 1901). Beim Kaninchen brauchte eine Linse 4 Monate 12 Tage (Mayer 1832), bei einem Jagdhunde 5, bei einem Stiere 7 Monate zur Wiederherstellung (Pauli 1838). Die Linse der Sänger regeneriert bloß, wenn keine starke Entzündung eintritt (Randolph 1900).

Die Zerstörung größerer Körperteile durch Mikroorganismen hindert dagegen nicht deren nachherige Reorganisation. So sah Léger (1897) einen mit infizierten Wunden bedeckten Protopterus in 3 Wochen das desorganisierte Auge erneuern, nach $1\frac{1}{2}$ Monaten auch die abgerissene Vorderflosse zu regenerieren beginnen und nach 3 Monaten alles, auch den knapp hinter den Hinterextremitäten verlorenen Schwanz fast völlig herstellen. Clark (1874) behandelte einen Goldfisch, dessen Schwanzflosse verloren und der am Körperende von einem Pilze befallen war,

mit Salpetersäure. Nach einigen Tagen begannen neue Flossenstrahlen zu sprießen; in einem Monat erreichte der neue Schwanz etwa 6 *mm* Länge, in 3 Monaten war er völlig ersetzt und von einem primären nicht zu unterscheiden. Weitere Angaben für Regenerationsgeschwindigkeit bei Fischen finden sich in Nusbaum und Sidoriak (1900, vgl. § 76), Morgan (1900 *Teleosts*, 1902 *fishes*, 1906 *Physiology*), Bogacki (1906) und Scott (1906).

Die Kiemen von Siren wurden nach Abfraß durch Fische in 2 Monaten (Cope 1859), jene von Menobranchus lateralis in 6 Monaten zur Hälfte erneuert (Kneeland 1859).

Die Anordnung der Muskelbündel im regenerierenden Beine von Plethodon cinereus wurde bei Towles (1901) Versuchen erst von etwa 6 Wochen an klar. Diese Molchart und von anderen nordamerikanischen Arten Spelerpes ruber, S. guttolineatus, Desmognathus ochrocephala, Manculus quadridigitatus, Amblystoma opacum bildeten die Vorder- und Hinterextremität in 4 Monaten sehr gut, obzwar noch etwas kleiner als normal, aus. Langsamer regenerierte Diemyctylus viridescens, Amphiuma means, die erst nach 11 Wochen, und Necturus maculatus, der erst nach 8 Monaten Regenerationskegel aufwies. Beim Grottenolm sah Goette (1879) erst $1\frac{1}{2}$ Jahre nach Amputation ein Beinregenerat auftreten. Tabellen über die Regenerationsgeschwindigkeit der Amphibien finden sich in Fraisse (1885) für Siredon, in Kammerer (1905 *Abhängigkeit*, 1906 *Veränderung*, 1907 *Sexualcharaktere*) für die europäischen Arten, in Morgan (1907 *Physiology*) für amerikanische usf. Ein Vergleich zwischen den Regenerationszeiten verschiedener Arten ist aber nur dann zulässig, wenn sie unter gleichen Bedingungen gehalten werden. Die bedeutendste Rolle spielen Alter (vgl. § 4) und Temperatur. Während Kühle für das Wohlbefinden des Proteus, für die Heilung der Wunden prima intentione bei anderen Amphibien (Barfurth 1891) günstig und namentlich bei dem so empfindlichen Spelerpes fuscus fast unerläßlich ist (Berg 1883), hindert niedrige Temperatur das Fortschreiten der Regeneration (Fundulus — Scott 1906; Amphibien: Barfurth 1891, Leydig 1872, Spallanzani 1769). Nach Barfurth ist bei den Anuren 10° fast als Minimum, 28° als Optimum der Regenerationsgeschwindigkeit anzusehen, nach Fraisse (1885) bei den Urodelen 15—18° Optimum, 20° Maximum. Auch für die Gewebsregenerationen der Warmblüter ist höhere Außentemperatur günstig (Penzo 1892).

Bauer (1905) verglich die Regeneration von Froschquappen, die zu verschiedenen Jahreszeiten geboren waren: die im April und Mai geborenen regenerierten besser als die im Juni, diese besser als die vom Juli. Da sich von letzteren ein Teil nicht mehr im selben Jahre verwandelte, sondern neotenisch den Winter zubrachte und auch durch künstliche Temperaturerhöhung weder zur Verwandlung noch zu Regeneration gezwungen werden konnte, so dürfte es sich um eine kombinierte Wirkung von Temperatur und Alter handeln (vgl. § 4 über Neotenie). „Die regenerative Potenz bei Landlarven ist geringer als bei den Wasserlarven: amputierte Schwänze und Extremitäten brauchen, um sich zu erneuern, bei jenen die doppelte Zeit als bei diesen; auch bleibt der Regenerationsprozeß bei Landlarven vorgerückten Stadiums unvollkommen" (Alytes — Kammerer 1906 *Veränderung*). Unter Landlarven vorgerückten Stadiums sind solche verstanden, die erst bei Erlangung starker Hinterbeine ans Land gebracht und nach höchstens 14 Tagen wieder ins Wasser zurückversetzt worden waren. Im Wasser gehaltene Tritonen regenerieren schneller als am Lande gehaltene (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*). Hingegen ist das Wasser für die Regeneration der Urodelenlinse ungünstig, weil Komplikationen durch Wassereintritt ins Auge vorkommen (Wolff 1894/95).

Den hemmenden Einfluß von Radiumstrahlen auf die Regeneration der Amphibien untersuchte Schaper (1904).

Über die Beziehung der Häutungen bei Amphibien und Reptilien zum Regenerationsprozesse ist eigentlich nichts bekannt. Durch Operationen wird die Häutung bei Molchen beschleunigt (u. a. Muftić 1907), jedoch die Metamorphose verzögert (Kammerer 1905 *Abhängigkeit*), während sie bei Anuren beschleunigt wird.

Schlecht genährte Wirbeltiere regenerieren schlechter als gut genährte (Fundulus — Scott 1906, Amphibien — Kammerer 1905 *Ausnahmen*). Nach Morgans (1906 *Physiology*) Versuchen am amerikanischen Salamander Diemyctylus wäre bloß die zuwachsende Menge geringer, nicht aber die Differenzierung in gleicher Zeit. Doch scheint der anfängliche Ernährungszustand seiner Molche ein guter und bei beiden Serien bloß einige Wochen vor Versuchsbeginn etwas weniger Nahrung gereicht worden zu sein, so daß die Resultate mehr auf die Fütterung oder Nichtfütterung während des Versuches, als auf den Ernährungszustand der Tiere vorher zurückzuführen sind. Bei Fischen macht Morgan

selbst den schlechten Zustand für langsame Regeneration verantwortlich.

Die Zuwachsgröße in gleicher Zeit ist bei ein und demselben Gebilde verhältnismäßig um so größer, je mehr von diesem abgeschnitten wurde. So wachsen Haare um so schneller, je höher sie abgeschnitten wurden (Canis, Lepus, Felis, Sus — Stroganow 1889). Der Schwanz des Diemyctylus regenerierte rascher von der Basis als weiter distalwärts (Morgan 1906, *Physiology*). Nach Spallanzani (1769) wird von Triton eine Zehe in derselben Zeit wie ein ganzer Fuß ersetzt, nach Hines (1905) von Diemyctylus die im Knie entfernte Extremität ebenso rasch wie die knapp am Becken amputierte der Gegenseite desselben Versuchsexemplares, und zwar ohne Rücksicht auf Durchschneidung von Blutgefäßen und einigen, aber nicht allen Nerven. Bei Goldfischen geht die Regeneration an der Basis der Schwanzflosse energischer vor sich als mehr distal (Suwarow 1904). Morgan (1900 *Teleosts*) variierte die Schnittführung an der ganzrandigen Schwanzflosse des Fundulus [XI, 8 *a*], an den schwalbenschwanzförmigen des Stenopus chrysops und Decapterus macrella, den unten weiter vorragenden des Menticirrhus saxatilis und fand ein rascheres Wachstum an jenen Teilen, die eine größere Länge zur Wiederherstellung der normalen Form vor sich hatten. Spätere Versuche desselben Forschers mit Führung mehrerer Schnitte am Schwanze des Fundulus [XI, 8 *a*], ferner an Menidia notata (Morgan 1902 *Fishes*) und am Goldfische (Carassius auratus — Morgan 1906 *Physiology*) [XI, 10 b_1—b_2, c_1—c_2, d_1—d_2] bestätigten diese Regel. Die charakteristische Schwalbenschwanzform wird dabei viel früher angelegt, als es für die Erreichung der normalen Größe notwendig wäre. Es erfolgt zunächst basale Proliferation, dann aber werden die Spitzenteile angelegt und von dieser Zeit ab wachsen die mehr basal liegenden Stümpfe bei geradem, querem Abschnitte an derselben Fischart (Fundulus majalis, heteroclitus und Carassius auratus) rascher als die distalen. Fundulus ist zu diesen Versuchen geeigneter als der Goldfisch, weil sein Schwanz ganzrandig ist, daher die Komplikation der Schwalbenschwanzeinbuchtung wegfällt. Es macht nun für die Regenerationsgeschwindigkeit keinen Unterschied, ob ein querer Schnitt ganz durchgeführt oder ein Teil der Flosse oben, unten oder in der Mitte bis zu einer distaleren Schnittfläche stehen gelassen war.

Bei Tauben regenerieren einzelne Federn langsamer, als mehrere nebeneinander ausgerissene (Samuel 1870). Vielleicht hängen mit der Zunahme der Verlustgröße auch die Abhängigkeit der Irisregeneration von gleichzeitigem Linsendefekte (Triton vulgaris — Wolff 1903), die verhältnismäßig größere Kernteilungsanzahl bei größeren Korneaverletzungen (Frosch — Peters 1889) und die Vermehrung der roten Blutkörperchen nach Blutverlust (Grünberg 1891) zusammen. Die Hyperämie der Milz scheint freilich nicht immer der verlorenen Blutmenge proportional zuzunehmen (Freiberg 1892), aber es ist zu bedenken, daß es stets eine Grenze gibt, bei der die Verlustgröße über das Vermögen des Körpers zur sofortigen Gutmachung hinausgeht.

So wird die Schwanzflossenregeneration der Fische abnorm verzögert, sobald der Schnitt die Beschuppung gestreift hat (Fundulus heteroclitus — Morgan 1906 *Physiology*) und die Flossenregeneration soll bei völliger Entfernung der Ventralflosse sogar ausbleiben (Gobius — Philippeaux 1869). Ebensowenig zeigten Tritonen, denen die Vorderextremität inklusive Scapula entfernt war (Phillipeaux 1867 *rate*), oder ebenso behandelte Axolotl (1867 *Axolotl*) selbst nach einem Jahre Regeneration.

Für Larven scheint überhaupt der distalere Abschnitt rascher zu Regeneration zu führen: so ersetzten Siredon und Tritonlarven einzelne Zehen alle in einem Monate (Mai—Juni), während zu gleicherzeit abgeschnittene Füße oder Beine in derselben Versuchszeit nicht völlig ausgebildet wurden (Barfurth 1895 *Polydaktylie*).

Bei den Kaulquappen des Frosches erhielt Bauer (1905) um so vollkommenere Regenerate, je geringer der abgeschnittene Teil war. Im Unterschenkel abgeschnittene Beine regenerierten langsamer als im Fuße abgeschnittene, im Oberschenkel abgeschnittene lieferten keine geformten Regenerate mehr, was zweifellos mit dem frühen Erlöschen der Regenerationskraft bei den Fröschen zusammenhängt (vgl. § 4!).

Vergleichen wir die Geschwindigkeit der Regeneration verschiedener Organe eines Tieres miteinander, so finden wir bei den Kaulquappen diejenige des Schwanzes größer als die der Gliedmaßen; ja selbst unter Verhältnissen, wo die Gliedmaßenregeneration erloschen ist (Metamorphose — Barfurth 1887, Neotenie — Kammerer 1905 *Abhängigkeit*) bleibt noch jene des Schwanzes bestehen. Vorder- und Hinterextremität zeigen

hingegen bei derselben Tiergruppe ein gleiches Regenerationsvermögen (vgl. § 4).

Bei den Fischen wird die Schwanzflosse nach übereinstimmenden Versuchen an Carassius auratus (Broussonet 1786), Gobio fluviatilis, Misgurnus fossilis, Esox lucius, Gottus gobio, (Bogacki 1906) und Fundulus heteroclitus (Scott 1906) rascher regeneriert als die Brustflosse und alle übrigen. Morrills (1906) Angabe, daß die Schwanzflosse kaum merklich rascher regeneriere als die übrigen Flossen, ist auf die Nichteinhaltung der von Morgan gegebenen Grenze für die normale Regenerationsgeschwindigkeit zurückzuführen, da er eingestandenermaßen bis hart an die Rumpfgrenze abschnitt, so daß sogar nur wenige Fische diese Operation überlebten.

Broussonet hatte die raschere Regeneration der Schwanzflosse mit ihrer größeren Notwendigkeit in Zusammenhang gebracht; Demarquay (1874) hält eher die Reihenfolge ihrer embryonalen Entwicklung für maßgebend.

Wiederholter Abbiß von Fischflossen scheint zu hypertrophischen Bildungen Veranlassung geben zu können (Buschkiel 1906, 1907), doch sind die näheren Umstände nicht untersucht. Im allgemeinen ist bei den Wirbeltieren nur dort, wo eine Funktion ins Spiel kommt, eine Steigerung der Regeneration bemerklich, so beim Sperma nach gesteigerter Geschlechtsfunktion (Lohde 1891).

Bei Nerven soll nach Paces (1896) Versuchen an Tritonen, Fröschen und Kaninchen bei mehrmaliger Durchschneidung die Regenerationsgeschwindigkeit zunehmen; Vanlair sah nach anfänglichen Mißerfolgen (1886) einmal eine analoge Erscheinung am Sciaticus des Hundes (1894).

Beliebig oft regenerieren ausgezogene Haare (Waldeyer und Grün 1844), aber Bischoff (1898) und Schiefferdecker (1897) konnten Remesows (1893) Behauptung, daß Schneiden der Haare die Regeneration derselben begünstige, nach Versuchen an Canis, Lepus, Felis und Sus nicht bestätigen, und führen eine gelegentliche Steigerung auf eine unabsichtliche Reizung der Hautnerven zurück.

Oxner (1905) entfernte an einem Welse, Silurus glanis, dasselbe intraorbitale Hautstückchen [XI, 11 schraffiertes Quadrat] von 1 *cm* Breite und 2 *cm* Länge dreimal nacheinander: das erstemal regenerierte es in $1^1/_2$ Monaten nicht ganz vollständig,

das zweitemal erst in sechs Monaten vollständig, das drittemal war es nach $4^1/_2$ Monaten noch heller als die Umgebung.

Einem Molche wurden von einem Goldfische die Vorderfüße viermal bis ans Ellenbogengelenk abgefressen; sie wuchsen immer wieder, das viertemal aber langsamer; beim fünften Male ging der Molch ein (Herklotz 1871).

Spallanzani (1786) hatte bei Tritonen Beine und Schwanz sechsmal innerhalb der drei Sommermonate nachwachsen gesehen.

§ 9. Axiale Heteromorphose scheint am Schwanze von Kaulquappen beobachtet zu sein. Vulpian (1859, 1877) hatte auf die große Selbständigkeit der Entwicklung gänzlich abgeschnittener Quappenschwänze aufmerksam gemacht. Harrison (1898) pfropfte zwei Kaulquappen mit den Aboralenden aneinander [XI, $24 h_1$] und trennte dann die eine Komponente durch einen Schnitt [*aa*] so ab, daß bloß ein kleines Schwanzstück zurückblieb. Es entwickelte sich nun unter Beibehaltung des Myotomverlaufes an dem alten Pfropfreise ein spitzzulaufendes, von Flossensaum umgebenes Gebilde mit unregelmäßigem Myotomverlaufe im regenerierten Stück [XI, $24 h_2$]. Obzwar Harrison eher an ein Kopfregenerat glaubt, stimme ich doch Morgan (1900 *Planarians*) darin bei, daß es sich um einen Schwanz handelt. Morgans Versuche unterstützen diese Deutung: wurde ein tiefer keilförmiger Einschnitt in den Schwanz einer Kaulquappe gemacht, so wuchs von der oralen Schnittfläche deshalb abgetrennten Schwanzes eine Spitze nach vorne. Über die analoge Deutung der Bruchdreifachbildung wird später (§ 10 und Kap. IX, § 10) zu sprechen sein.

Unter „imitatorischer“ Heteromorphose versteht Nusbaum (1903) die Bildung eines Organes, das der Lage und teilweise auch der Funktion nach einen andern normalen Körperteil nachahmt, aber der Entwicklung nach einen ganz andern, nicht homologen Körperteil darstellt. Solche Imitationen werden durch die übrigen, noch entwicklungsfähigen Flossen bei eben geschlüpften Bachforellenembryonen geliefert, wenn ein größerer Abschnitt des Hinterleibes entfernt wird.

Wurde durch einen queren Schnitt bloß die Anlage der Schwanzflosse entfernt [XI, 6 — *a*], so regenerierte sie bald unverändert [XI 6 *a*]; wurde ein größeres, einen Teil der Analflossenanlage umfaßendes Stück entfernt, so regeneriert eine allgemeine Flossenanlage, die hinter dem After liegt und den

hinteren Körperrand noch zur Hälfte umsäumt und erst später sich in Schwanz- und Afterflosse spaltet; wurde ein noch größerer Körperteil durch einen Querschnitt auf der Höhe des Afters [XI, 6 — a_{II}] entfernt, so wird in in ähnlicher Weise eine Schwanz-Afterflosse gebildet [XI, 6a_{II}], deren dorsaler Teil sich später abtrennt und mit einer dorsalen Falte zur Schwanzflosse sich umbildet; die Zahl der sich regenerierenden Metameren ist vollständig.

Wurde nun aber der Forellenembryo noch vor dem After durchschnitten, so ist die Regeneration unvollständig, „da in keinem einzigen Falle die volle Zahl der abgetrennten Körpersegmente sich regeneriert und in vielen Fällen nicht mehr als 6 oder 7 Körpermetameren neugebildet werden, obwohl die Zahl der abgetrennten Körpersegmente 23—25 beträgt“.

„Sowohl der durchschnittene Darm wie auch der Harngang wachsen in der geraden Richtung nach hinten, wo sie sich je mit einer kleinen ektodermalen Einstülpung des Ektoderms der Wundfläche verbinden.

Auf diese Weise entsteht sowohl die Afteröffnung als auch die Harnöffnung auf dem hinteren Körperende, nahe der Bauchfläche“. „Außerdem entwickelt sich hier in der Mehrzahl der Fälle eine kleine Papille, auf deren Gipfel der After liegt und auf deren Basis der Harngang ausmündet.“ Von Flossen wird bloß eine Afterflosse regeneriert, die aber ihrer Stellung nach, das Körperende dorsal umsäumend, eine Schwanzflosse nachahmt.

„Wenn endlich der Embryo [XI, 6 — a_{IV}] noch weiter nach vorn in querer Richtung durchschnitten wird, und zwar auf der Höhe der Rückenflosse, so verläuft der Regenerationsprozeß noch viel schwächer; es tritt hier zum größten Teile nur eine Wundheilung des durchgeschnittenen Körpers ein, es regeneriert sich jedoch eine hintere Flosse [XI, 6a_{IV}], welche, wie im obigen Falle, der Lage nach eine Schwanzflosse, der Entstehung nach aber eine Summe von zwei Flossen darstellt, und zwar: 1) der Rückenflosse, die in der Richtung nach hinten und nach unten wächst, und 2) der sich neubildenden Afterflosse, welche ganz in derselben Weise, wie in dem zuletzt beschriebenen Falle, oberhalb der Afterpapille oder der After- und Harnöffnung im unteren Teile des hinteren Körperendes entsteht, mit der Rückenflosse zusammenfließt und, wie in dem letzten Falle, gewöhnlich auch nur 5 ganz unabhängig von der Wirbelsäule sich entwickelnde Flossenträger enthält.“ Diese unabhängigen, nicht als Fortsetzung

der Wirbelsäule entstehenden Flossenträger sind das Kriterium der After- gegenüber der Schwanzflosse.

Nusbaums Versuche (1900, 1903) liefern die Erklärung für eine Reihe von Naturfunden „verkürzter" Fische. Tiedemann (1819) gab die Abbildung eines Hechtes [XI, $7 a_{II}$], der offenbar nach Abriß des Schwanzteiles unmittelbar hinter der Rückenflosse, was beim Hechte den After nicht einbegreift, eine Schwanzflosse regeneriert hat; Hofer (1894, 1901) fand hingegen ein Exemplar der gleichen Tierart, das noch weiter nach vorne das Hinterteil verloren und bloß eine Rücken-Afterflosse anstelle der Schwanzflosse erzeugt hatte [XI, $7 a_{IV}$]. Ein zweiter Hecht Hofers wies noch keine Vereinigung der Rücken- und Analflosse bei fehlender Schwanzflosse auf.

Bei einem Karpfen (Cyprinus carpio — Nusbaum 1907) waren jene beiden Flossen durch einen ganz kleinen, flossenlosen Regenerationskegel getrennt, bei einem andern (Fiebiger*) durch einen schuppenlosen Stumpf, an dem eine ganze kleine flossenlose Schwanzknospe plötzlich aufsaß. Wahrscheinlich sind die Verletzungen dieser Karpfen zu verhältnismäßig späterer Zeit entstanden.

Auch in diesem Zusammenhange sei an die Fähigkeit der Lophobranchier erinnert, nach beträchtlichen Schwanzverlusten zu regenerieren.

„Verkürzung" beobachtete Duncker (1906) an vielen Arten. Bei Siphonostoma typhle waren anstelle von 37—38 Schwanzsegmenten bloß 24—29 vorhanden, bei Dorichthys boaja bloß 20, bei Syngnathus abaster 26—30, bei S. Agassizii anstelle von 34—35 bloß 31, bei S. pelagicus anstelle von 32—34 bloß 26—27, bei S. conspicillatus anstelle von 34—36 bloß 27—31. Derselbe Forscher stellte Versuche an Syngnathus acus an und bewies damit, daß tatsächlich die Schwanzflosse bei der Regeneration anstelle des 40.—42. Schwanzsegmentes dem 28. bis 32. aufsitzen kann [XI, $4 a_2$ Regeneration vom 30. Segment a_1 XXX].

Es regeneriert zunächst eine embryonale Flosse, in der Urostyl [$4 a \mu$] und Flossenstrahlen zugleich angelegt werden. Ob man das vorzeitige Auftreten der Schwanzflosse mit Duncker als Heteromorphose auffassen darf, ist um so fraglicher, als nicht durch lange Beobachtungszeit nachgewiesen wurde, ob nicht später eine Vermehrung der Schwanzsegmente eintritt. Die Er-

*) Österreichische Fischereizeitung **1908**.

scheinung erinnert viel mehr an den Ausfall von Gliedern bei der Regeneration von Insektengliedmaßen (vgl. Kap. V, § 7 c).

Eine nachträgliche Gliedvermehrung ist hingegen ausgeschlossen beim Wachstum eines Nagels an dem stehengebliebenen nächsten Fingergliede nach Verlust des Spitzengliedes mit dem Nagel, wie dies nicht selten beim Menschen vorkommt [XIII, $3 q_1 - q_2$] (Blumenbach 1787, Demarquay 1874). Die angeborenen erblichen Brachy- und Hyperdaktylien haben vielleicht einen anderen Ursprung.

Homöotische Heteromorphosen, die bei den Gliederfüßlern so weit verbreitet sind, kommen bei den Wirbeltieren nicht vor; es müßte denn sein, daß sich bei Triton die Vertretbarkeit der vierzehigen vorderen durch eine fünfzehige Extremität und umgekehrt der fünfzehigen hinteren durch eine vierzehige bei genauerer Knochenuntersuchung als Ersatz einer Hand durch einen Fuß und umgekehrt herausstellen würde (vgl. Kap. VIII, § 7 c).

Sehr allgemein ist aber der Ersatz eines Gewebes durch ein anderes; namentlich das Bindegewebe vermag fast überall vikarierend aufzutreten (Gehirn — Sanarelli 1894, Kieferknochen der Reptilien — Werber 1906 *Kiefer*, usw.).

Knorpel kann aus bindegewebig vorgebildeten Knochen (Jochbogen und Supraorbitalrand des Kaninchens — Koller 1896; Schaffer 1897 Lit.!) hervorgehen; Knochen können durch Abbindung der Gefäße der Niere in etwa 3 Monaten samt Mark hervorgebracht werden (Kaninchen — Sacerdotti und Frattin 1902).

Nach Langley (1897) sollen pilomotorische Fasern in ein fremdes Innervationsgebiet, nämlich die Iris bei Regeneration an der Katze hineingelangend zu Papillodilatatoren werden. Ihre axiale Polarität behalten die Nerven jedoch stets bei (Bethe 1907); das gleiche gilt für die Funktion des verkehrt eingeheilten Darmes, der dadurch zum Tode des Versuchstieres infolge Kotstauung führt (Canis — Mall 1896).

Zusatzheteromorphosen, „Heterotopien", kommen als Wachstum von Haaren auf Cornea oder Zunge (Blanc 1892) und von Zähnen an verschiedenen Körperteilen (Demarquay 1874) vor.

Die auffallendsten sind jedoch das Wachstum einer Flosse auf dem Scheitel eines Haifisches (Acanthias vulgaris — Großer und Przibram 1906) [XI, $_2$] und eines Fußes auf dem Scheitel einer Ente (Anas boschas — St. Hilaire 1837). Ihre Beziehung

zur Regeneration ist noch unaufgeklärt; sie dürften aber ebensowenig wie die Dreifach- und Doppelbildungen (vgl. § 10) als Reste eines zugrunde gegangenen Zwillings aufzufassen sein.

Durch die Auffindung eines Schußkanales und Schrotkornes in dem Zwischenscheitelbein eines Edelhirschen (Cervus elaphus — Landois 1904) ist die Natur der dritten an diesem Knochen hervorgesproßten Geweihstange [XII, 18 *h*] als regenerative Heterotopie nachgewiesen.

Zusatzstangen kommen auch an anderen Schädelknochen bei Hirschen vor, z. B. am Stirnbeine (Cariacus virginianus — Nitsche 1898 [XI, 19]; vgl. auch Rörig 1901). Flower (1889) berichtete über ein afrikanisches Rhinoceros bicornis mit einem dritten Horn unregelmäßiger Form vorn am Kopfe.

§ 10 *a*. An den Schwimmschwänzen der Amphibien hat Barfurth (1888, 1891) die Regeneration nach schiefem Abschnitte studiert und das zunächst senkrecht zu diesem erfolgende Wachstum beobachtet.

Später wirken die funktionelle Anpassung, Schwerkraft und außerdem das formbildende Wachstum an der Geradestreckung mit, nach Tornier (1900) ist bloß das letztere maßgebend. Für die große Wichtigkeit des verschieden raschen Wachstums der Teile bei verschiedenem Abschnitte sprechen Morgans (1900 *Teleosts*, 1902 *Fishes*) Versuche über die Stellung der Flossenstrahlen bei schiefem Abschnitte der Schwanzflossen verschiedener Fische.

Anfänglich bilden die regenerierten Strahlteile einen deutlichen Winkel mit ihren Ursprungsteilen [XI, 8 a_1], indem sie auf der Schnittfläche senkrecht stehen. Dann wachsen aber jene Punkte, welche einen weiteren Weg bis zur Vollendung der normalen Form zu durchlaufen haben, rascher als die übrigen und dadurch wird zugleich der zugehörige Flossenstrahl immer mehr gestreckt [XI a_2]. Daß hierbei die Schwerkraft keine nennenswerte Rolle spielen kann, geht aus dem analogen Verhalten der durch zwei gegeneinander geneigte schiefe Schnitte durchtrennten Schwanzflosse [XI 8 a_1] hervor: hier strecken sich die anfangs divergierenden oberen und unteren Strahlenregenerate, indem sie ihren Divergenzwinkel verkleinern, während die Schwerkraft bloß eine gleichsinnige Bewegung beider Gruppen erwarten ließe.

§ 10 *b*. Die Entstehung von Doppelbildungen untergeordneter Art durch Spaltung von Regeneraten ist bei den Wirbeltieren

lange bekannt; freilich sind aber nur wenige experimentell erwiesen und vielleicht gehören die meisten zu den durch Bruch entstandenen Mehrfachbildungen (vgl. § 10 *c*).

Bei den Lungenfischen kommen Spaltungen der Vorderflosse (Protopterus annectens [XI, 3 *f*] — Albrecht 1886, Blanchard 1894, Brindley 1900) und des Schwanzes (Brindley 1900) [XI, 3 *a*] vor, deren regenerative Entstehung Hopley (1891) an der Vorderflosse des Protopterus, Goeldi (1898) an jener des Lepidosiren beobachtete. Doppelbildungen werden auch gelegentlich an den Regeneraten des Syngnathidenschwanzes gefunden (Syngnathus acus [XI, 4 *f*] — Duncker 1906). Nicht selten sind Spaltungen der Barteln (Cyprinoïdae: Acanthopsis sp. — Köhler 1904), namentlich bei Welsen (Amiurus nebulosus [XI, 11 *f*] — „La Nature" 1903), deren Entstehung im Aquarium wiederholt zur Beobachtung kam (Malapterurus electricus — Köhler 1904, Callichthys punctatus — Roth 1905).

Zwei Linsenanlagen im regenerierenden Tritonauge sah einmal Colucci (1891); seine Annahme, daß die eine zur Rückbildung gelangt wäre, findet in Fischels (1902) doppelter Regeneration einer Salamanderlinse keine Bestätigung [XI, 19 *h*].

Mehr oder weniger weitgehende Spaltungen von Zehen oder Füßen der vorderen oder hinteren Extremität werden bei Regenerationen der Schwanzlurche sehr häufig beobachtet (Siredon*) — Barfurth 1995 *Polydaktylie*, Dumeril 1865, 1867, Vulpian 1867; Triton — Bonnet 1777—1779, Piana 1894, Siebold 1828; Pleurodeles — Giard 1895).

Bonnet erzeugte künstliche Doppelgliedmaßen durch Einschnitte, Giard Doppelzehigkeit an allen Beinen durch Unterbringung der regenerierenden Rippenmolche in runden Glasbehältern, an deren Wandung sie fortwährend die weichen Zehenspitzen verletzten.

Tornier (1896 *Spaltfinger*, *Hyperdaktylie*) entfernte die zwei bis vier Innenfinger und erhielt sechs bis acht Zehen an derselben Hand. Da Spaltung der Regenerationsknospe mittels Glühdraht zur Nekrose mit nachfolgender einfacher Regeneration geführt hatte, verwandte er später (1897 *Eidechse*) mit Erfolg Überschnürung des Regenerates einer knapp am Leibe abgeschnittenen Hintergliedmaße. Es entstanden zwei mit den Sohlen

*) Proteus — Kammerer, **1908**, vgl. § 7 *c*.

einander zugekehrte Füße [XI, 18 *f*], auch die Unter- und Oberschenkel waren doppelt, aber unbeweglich miteinander verschmolzen.

Völlig sicher wurde (1897 *Operationsmethoden*) Hyperdaktylie erzielt, wenn nach Abschnitt aller äußeren Zehen bloß die dritte, mittelste übrig gelassen war [XI, 18 *g*]. An jungen, kiementragenden Larven von Triton cristatus genügt Einschneiden an Stelle der Fadenumlegung. Bei 1½ monatlichen Triton- oder Axolotllarven wird Gliedmaßengabelung am besten durch Abschnitt des unter rechtem Winkel zum Oberschenkel gebogenen Unterschenkels und Weiterführung des Schnittes hart unter den Oberschenkelknochen erhalten (1901 *Neues*).

Auch an den Schwänzen von Urodelen (Siredon — Tornier 1900 *Grundgesetze*, Triton cristatus und vulgaris — Tornier 1901 *Neues*) und Anurenlarven (Bombinator igneus — Tornier 1901 *Neues*, Rana fusca — Barfurth 1898, 1900 *cauda*, Vulpian 1862) führen Spaltungen zu zweizipfeligen Bildungen [XI, 24 *f*]. Daher ist die Annahme Ryders (1891), es handle sich bei den von ihm gefundenen „fischschwänzigen" Kaulquappen von Rana catesbiana um Atavismus, entschieden zurückzuweisen.

Die in Portugal sehr häufigen zweischwänzigen Eidechsen hat schon Neédham (1750) auf Regeneration nach Verstümmelung durch Kinder zurückgeführt; auch sonst dürften sie stets akzidentellen Ursprunges sein (Lacerta — Perrault 1776, Tofohr 1905, Brindley 1898 *Lizards*, Eversmann 1858, Giebel 1862, Laver 1879, Monteil 1880, Lygosuma Telfairii — Brindley 1894, Mabuja carinata — Brindley 1898 *lizards*; Scincus — Hirota 1895; Chalcides sepoïdes — Tofohr 1905; Gongylus ocellatus — Tofohr 1903, Trogonophis Wiegmanni — Brindley 1894).

Besonders zahlreich sind sie bei Geckonen (Platydactylus u. a. — Tofohr 1905; Hemidactylus Gleadovii — Brindley 1894) und Acanthodactylus (Tofohr 1903). Beim australischen Wasserleguan wurde einmal ein solcher Schwanz ebenfalls beobachtet (Physignathus lesueuri — Tofohr 1903). Künstlich haben Lacépède (1790 in 1857), Piana (1894) und Tornier (1897 *Eidechse*) durch Abknickung von Wirbeln Doppelbildungen am Schwanze von Lazerten erhalten; das gleiche glückte Tofohr (1903) an Acanthodactylus. Doch handelt es sich hier eigentlich

um mangelhafte Bruchdreifachbildungen, nicht um eigentliche Spaltung nnd Doppelbildung.

Ein Gleiches dürfte auch für die meisten, wenn nicht alle Fälle von Doppelköpfigkeit bei den Reptilien gelten (Lacerta — Hennig 1870, Anguis fragilis — Lessona 1876, Emys — Bateson 1894).

Am häufigsten sind die zweiköpfigen Schlangen [XII, 1] (Lycodon aulicus — Dobson 1873, Pelias berus — Dorner 1873, Haldeman 1879; Tropidonotus septemvittatus — Kirkland 1871, Coluber — Lasserre 1880, Hydrophis sublaevis — Shortt 1868, Ophibolus getulus — Yarrow 1878, Zamenis constrictor, Tropidonotus fasciatus — „Ausland" 1865).

Natürlich kann diese Doppelköpfigkeit sowie ähnliche Monstra von Vögeln (Dovaine 1850, Thunberg 1827) und Säugetieren (Alexander 1898, Chiaje 1822, 1824 usw. vgl. Schwalbe 1907) nur an den unausgetragenen, respektive unausgeschlüpften Embryonen zustande gekommen sein. Wahrscheinlich handelt es sich um Einrisse des abgebogenen Nackens (Tornier 1901 *Neues*).

Möglicherweise sind auch alle, darunter selbst scheinbar erbliche überzählige Bildungen auf Embryoregeneration nach Verletzung zurückzuführen (Tornier 1906 *Kritisches*). Wie sehr Vorsicht bei der Leugnung solcher Regenerationen am Platze wäre, beweist Fraisses (1885) Behauptung, es könnten die bei den Anuren außergewöhnlich oft auftretenden überzähligen Gliedmaßen nicht auf Regeneration zurückgeführt werden, weil selbst die Kaulquappen keine Beine mehr zu erzeugen vermöchten. Wie wir gesehen haben, ist aber die letztere Prämisse falsch und Fraisses Ansicht erfuhr durch Torniers glänzende Versuchsresultate an Knoblauchskröten (1905 *Knoblauchkröte*) eine vernichtende Widerlegung. Diese Versuche Torniers werden erst bei der Bruchdreifachbildung erörtert werden.

Der periodische Wechsel vieler Hirschgeweihe bietet auch noch am erwachsenen Tiere Gelegenheit zu Doppelbildungen. Spaltungen des Stirnzapfens beim Reh [XII, 20 c_1] führen zur Ausbildung von zwei Stangen auf einer Seite [XII c_2] (Rörig 1901), von denen freilich die eine bloß dem Augensprosse, die andere dem übrigen Geweih zu entsprechen scheint, einer von Rörig aufgestellten Regel folgend: „jeder für Geweihentwicklung prädisponierte Stirnzapfen besitzt in jedem seiner Teile eine un-

abänderliche Disposition zur Entwicklung eines bestimmten Geweihteiles und zwar in der Art, daß der vordere Teil des Stirnzapfens nur Geweihteile produziert, die den vorderen Teil des Geweihes ausmachen und daß weiter der hintere Teil des Stirnzapfens nur Geweihteile produziert, die den hinteren Teil des Geweihes ausmachen“ usw. Doch kann ein Geweihteil mehr als die ihm zukommende Sproßzahl zu bilden trachten (z. B. Rangifer tarandus — Nitsche 1898 [XII, 21]; vgl. auch § 7 *a*).

§ 10 *c*. Dreifachbildungen stellen, ebenso wie bei den Gliederfüßlern, auch bei den Wirbeltieren die Hauptmasse der überzähligen Bildungen und sind hier wie dort aus Rissen und Brüchen hervorgegangen und oft infolge von Verschmelzungen und Unterdrückungen unvollständig ausgebildet. Naturfunde liegen für Petromyzon Planeri [XI, 1, *g*, *γ*] (Barfurth 1900 *Petromyzon*), und Siphonostoma typhle [XI, 5] (Duncker 1907) mit überzähligen Schwanzbildungen vor. Dreiteilige Vorderextremitäten wurden zweimal bei Protopterus nach Abbiß beobachtet (Boulenger 1891, Hopley 1891).

Bei Schwanzlurchen hat Barfurth (1895 *Polydaktylie*) seitlich aufsitzende überschüssige Finger und Hände nach unregelmäßigem Abbiß oder Abschnitt erhalten (Siredon [XI, 15 *β*]). Ein Naturfund Simmermachers (1885) bestand in einem Triton, an dessen sonst normalem linken Hinterbeine in der Gegend des Oberschenkels ein zweiter abwärts gerichteter Schenkel hervorsproßte; die Zusatzgliedmaße gab ihren Charakter als doppelte deutlich in der großen Zehenanzahl zu erkennen: es waren zweimal vier seitliche, durch eine mittlere getrennte Zehen vorhanden.

Bloß 5 Zehen weist ein ähnliches, aber aus der Skapula des rechten Vorderbeines von Triton vulgaris wachsendes Zusatzglied auf (Barfurth 1899; einen Triton mit 5 Beinen beschrieb auch Reuter 1875), doch hat hier die Vermehrung der Zehen um eins vielleicht eine andere Bedeutung.

Sehr häufig sind polymele Anuren in der Natur gefangen worden (Alytes — Lataste 1879, Bombinator — Giebel 1867, Pelobates — Gervais 1864, Méhely 1905, Bufo — Washburn 1899, Rana — Bassi 1874, Bergendal 1874, Cavanna 1877, Cisternas 1865, Crivelli 1865, De Betta 1883, Deen 1838, Duméril 1865, Fabretti 1876, Giebel 1867, Johnson 1901, Jourdain 1877, Kingsly 1882, Lunel 1867, Ryder 1878, Strobel 1875, Tornier 1898 u. a. m.) Die meisten

dürften sich bei genügender Analyse als mehr minder vollständige Bruchdreifachbildungen erwiesen haben. Der von Tornier analysierte Fall [XI, 24] ergab, daß ein Bruch der rechten Scapula stattgefunden hatte, welcher an seinen beiden Wundflächen je einem überschüssigen Oberschenkelknopfe zur Einlenkung diente [XI, 24 *g*].

Daß sehr verschiedenartige Mehrfachbildungen durch Setzung von zwei klaffenden Wundflächen entstehen, gelang Tornier später (1905 *Knoblauchkröte*) an zwölf Pelobates fuscus nachzuweisen.

„Die Operationsmethode war dabei folgende: Als bei jedem dieser Tiere im Larvenfrühstadium die beiden Hintergliedmaßenanlagen, selbständig von einander und jede an einer der Körperseiten, als kleine Kegel mit kreisförmiger Umrandung [wie in XI, 22 g_1 die linke] gut erkennbar geworden waren, wurde versucht, an jedem Tier bei nur einmaliger Benutzung der Schere, und zwar durch einen einzigen Längsschnitt, die beiden Gliedmaßenanlagen in ihrem oberen Teil gleichzeitig und gleichartig zu durchschneiden.“ Es entstanden nun, je nachdem die Durchschneidung beiderseitig oder bloß einseitig gelungen war, Batrachier mit beiderseits oder bloß einerseits überzähligen Hinterbeinen [XI, 22]. In allen Fällen, mit Ausnahme von zweien (Torniers Beleglinge 7 und 12), in welchen weitgehende Verschmelzung oder Unterdrückung eine einwandfreie Diagnose vereiteln, folgen die überzähligen Bildungen der Batesonschen Regel [XI, 22]: zwei überzählige Beine stehen zu einander in Symmetrie und sind in derselben Ebene mit der normalen Gliedmaße ihrer Seite [*l*] derart gelagert, daß die gleichsinnige [*l'*] von der normalen weiter absteht, die ungleichsinnige [*r'*], daher auch zur normalen symmetrische, letzterer näher liegt.

Die normal gelagerte Gliedmaße entsteht aus der unteren größeren Hälfte der durchschnittenen Beckenanlage, indem einfach Spitz- und Darmbeinflügel nach oben zu aus der Wundfläche auswachsen [22 g_2 — *fel*]. Die überzähligen Gliedmaßen sprossen aus der oberen abgetrennten Beckenkappe, die Anlagen für eben dieses Spitzbein und den Darmbeinflügel enthalten. Da jeder dieser Knorpelkerne die ganze Gliedmaße zu erzeugen vermag, bilden sich zwei akzessorische Gliedmaßen aus, die miteinander verschmelzend die Bildung eines zweiten ganzes Beckens nachahmen [XI, 22 g_2—*fer'*, *fel'*].

Später hat Tornier (1906 *Kritisches*) die kreisförmige linke Beckenanlage in der Art durchschnitten, daß der Schnitt [XI, 22 h_1] entweder senkrecht allein durch die Darmbeinanlage hindurchging oder auf gleiche Weise das Sitzbein [h_1] durchzog. Es entstand auf diese Weise [Beispiel in XI, 22 h_2] bei jedem der Versuchstiere an der operierten Beckenhälfte eine Wunde mit 2 Wundflächen, die weit von einander ablagen. Von diesen Wundflächen hat dann jede einen Beckenabschnitt [in der Figur punktiert] mit Pfanne und zugehöriger Gliedmaße erzeugt, so daß also jede dieser operierten Beckenhälften zu ihrer eigenen keimechten Gliedmaße 2 überzählige hinzuerhielt. Auch in diesem Falle folgen die akzessorischen Beine Batesons Regel [XI, 22 *h*].*)

Durch Bruch des Schwanzes entstehen dreischwänzige Kaulquappen (Pelobates fuscus — Bruch 1873, Tornier 1900 *Grundgesetze*).

Wiederholt sind dreischwänzige Eidechsen beobachtet worden (Lacerta — Marchant 1718, Vincent 1877, Tejus teju — Tornier 1897 *Schwanzregeneration* [XII, 7] = Podinema teguixin — Fraisse 1885, Calotes cristatellus, Anolis grahami — Brindley 1898 *Lizards* u. a.). Daß diese Schwänze Folge von Verletzungen sind, wurde von Quelch (1890) an einer Tupinambis nigropunctatus festgestellt. Durch künstlichen Einriß, wobei jede der gesetzten Wundflächen einen neuen Schwanz zu erzeugen strebt, haben Lacépède (1790 in 1857), Piana (1894) und Tornier (1897 *Eidechse*) Regenerate überzähligen Charakters hervorgerufen; zwei überzählige Schwänze liegen oft in einer gemeinsamen Hautscheide [XII, 6 *g*].

Die bei Enten und Hühnern häufig vorkommenden überzähligen Beine und ganzen Becken (Gadeau 1895, Larcher

*) Tornier stellt in dieser Abhandlung die neuen Versuche seinen älteren gegenüber, indem bei diesen die akzessorischen Beine zueinander, bei jenen das nähere akzessorische zum normalen Beine Symmetrie ausgebildet hat. Ich vermag dieser Unterscheidung keine Wichtigkeit beizumessen, weil 1. auch in letzterm Falle natürlich die akzessorischen ebenfalls zueinander symmetrisch sind, 2. das von Tornier in der zweiten Abhandlung gegebene Schema zu den Versuchen der ersten Abhandlung für die überwiegende Mehrzahl seiner dortigen Beleglinge gar nicht paßt, sondern durch eines ersetzt werden müßte, das dem für seine neuen Versuche abgebildeten wesentlich ähnlich wäre.

1873, Méguin 1896 usf.) führt Tornier (1901 *Neues*) wohl mit Recht auf Brüche während der Embryonalentwicklung zurück. Da jedoch für Vögel und Säugetiere keine beweisenden Versuche vorliegen, so mögen einige kurze Hinweise auf typische Bruchdreifachbildungen an Paarhuferbeinen genügen.

Der eine betrifft einen Reh-Vorderfuß [XII, 20] (Tornier 1903 *Cervus*), der offenbar durch Eindringen einer Amnionfalte in den zweiten Finger eine Absprengung erlitten hatte [20 *a*], die zur Entwicklung von zwei überzähligen Hufenden führte, und außerdem eine Verbiegung der Hufenden durch enges Anliegen des Amnions erfuhr [20 *a* untere Figur]. Der zweite Fall [XII, 20 b_1] zeigt überschüssige Zehen, entstanden durch Zersprengung des Cubitus [XII, 20 *b*—*C*], der nun an jeder Wundfläche ein überzähliges Glied erzeugte. Es liegt hier kein Atavismus vor, denn ein wiedergekehrter erster Finger müßte andere Stellung aufweisen (vgl. auch Tornier 1902 *Schweinehinterfuß* und J. Werner 1897). Betreffen diese Fälle bloß untergeordnete, in ihren Symmetrieverhältnissen nicht besonders klare Gebilde, so haben wir ein vollkommen typisches Bild einer Dreifachbildung, offenbar aus dem Bruche der Scapula hervorgegangen, bei einem von Blanc (1891) beschriebenen rechten Schafvorderbeine vor uns [XII, 22]. Die gleiche Deutung muß einem von mir lebend untersuchten Stiere [XII, 23 *g*] (Przibram 1906 *Stuttgart*) nach dem Tastbefunde gegeben werden.

Vielleicht ist der von Perrault (1676) erwähnte Hahn mit dreifachem Schnabel eine regenerative Bruchdreifachbildung.

Nach Bruch des Kolbengeweihes kommt es beim Reh (Cervus capreolus [XII, 20 *g*] — Rörig 1901) oder Hirsch (Cervus elaphus — Nitsche 1898) zum Wachstum von Enden aus der Bruchfläche.

IX. Kapitel.

Allgemeine Zusammenfassung.

§ 1. Die Tatsachen der akzidentellen Regeneration am entwickelten Tiere scheinen auf den ersten Blick den noch unerklärten Wundern der Embryonalentwicklung neue Rätsel hinzuzufügen.

Allein, berücksichtigen wir die fortdauernden physiologischen Regenerationen, welche in dem normalen Entwicklungsgange eines jeden Tieres auch über die Eientwicklung hinaus sich geltend machen und oft noch lange mit einer Wachstumszunahme verknüpft sind, so erhalten wir mit einem Schlage die Möglichkeit, ohne neue Hypothesen auszukommen.

Viele Urtiere, Pflanzentiere, Stachelhäuter, Würmer und Urchordatiere (Manteltiere) pflanzen sich regelmäßig oder gelegentlich durch Teilung, Strobilation, Knospung und ähnliche ungeschlechtliche Vermehrungsarten fort. Die Vorgänge bei diesen Prozessen gleichen völlig jenen nach natürlicher oder künstlicher Verletzung.

Körperteile, die bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung nur aus dem analogen alten Körperteil entstehen, werden auch nach künstlicher Querteilung nicht aus jenem Querstücke mehr gebildet, das dieses alten Körperteiles entbehrt (Licnophora-Haftscheibe; Thekamöben-Gehäuse im Gegensatze zu dem der Foraminiferen, Kap. I, § 3).

Jene Arten, welche vorwiegend durch ungeschlechtliche Fortpflanzung sich vermehren, erweisen sich auch für Regenerationsversuche günstiger als Verwandte, die selten oder nie normalerweise sich querteilen (Aktinien Kap. 2, § 2; Ringelwürmer Kap. IV, § 6). Tiere, die periodisch zu reduzieren und sich wieder aufzufrischen pflegen, tun dies auch nach künstlicher Verkleinerung (Hydroidpolypen Kap. II, § 7 *a*, Serpuliden Kap. IV, § 7 *a*, Tunikaten, Kap. VII, § 7 *a*).

Die übrigen Tiertypen, normalerweise der ungeschlechtlichen Fortpflanzung entbehrend, sind auch der Regeneration nach querer Durchschneidung unfähig. Trotzdem können Anhänge seitens der Gliederfüßer, Weichtiere und amnionslosen Wirbeltiere (Fische, Amphibien) wieder gebildet werden. Daß es sich aber auch hier nur um die Betätigung normalerweise vor sich gehender Wachs-

tumsprozesse handelt, finden wir in dem sofortigen Erlöschen der Regeneration bestätigt, sobald eine definitive Wachstumsgrenze erreicht ist.

Während zum Beispiel unter den Gliederfüßern die meisten Kiemenatmer noch über die Geschlechtsreife hinaus fortwachsen und auch regenerieren, hört bei den Tracheenatmern, namentlich den Insekten, mit der Erreichung der definitiven Endgröße als Imago auch die Regenerationsfähigkeit für gegliederte Anhänge auf. Bei Formen, welche in der einen Beziehung eine Ausnahmestellung innehaben, zum Beispiel den Cyclopiden unter den Kiemenatmern, den Ectognathen Thysanuren unter den Tracheenatmern, tritt ein analoges Verhalten auch in der andern Beziehung auf (Kap. V, § 4).

Namentlich geht das Aufhören der Häutungen dem Sistieren der Regeneration fast stets parallel. Auch die bei der Metamorphose vor sich gehenden großen Umwälzungen sind der Regeneration günstig, wie anderseits nach Abschluß einer vollständigen Metamorphose die Regeneration meist rasch auf ein geringes Maß sinkt (Ctenophoren Kap. II, § 4, geflügelte Insekten Kap. V, §§ 3—4, Froschlurche Kap. VIII, § 4).

Bei den amnioten Wirbeltieren (Reptilien, Vögel, Säuger) kommt trotz andauernden Wachstums des ganzen Körpers kein Ersatz von Gliedmassen zustande; allein hier wird jede Knochenanlage im Gegensatze zu den zusammenhängenden Knorpelstäben der amnionslosen Wirbeltiere durch einen eigenen Wachstumskern gebildet. Bei den Sinnesorganen dürfte die hohe Differenzierung der Regeneration ungünstig sein (vgl. § 3).

Endlich sehen wir bei allen Tiergruppen, auch dort, wo nicht deutlich sichtbare Wachstumsstufen erkennbar sind und keine größeren Partieen wiedererzeugt werden, einen allmählichen Ersatz abgenutzter Teile durch den Stoffwechsel eintreten.

Jene Gewebe, die normalerweise rasch erneuert werden, wie die Oberhaut der amnioten Wirbeltiere mit ihren Schuppen, Federn und Haaren, zeigen auch bedeutende Regenerationsfähigkeit nach Verletzungen (Kap. VIII, § 6).

Das auffallendste Moment, wodurch die akzidentelle Regeneration vor dem normalen Wachstum und der physiologischen Regeneration ausgezeichnet erscheint, ist die größere Geschwindigkeit, welche die Wiederherstellung der ursprünglichen Proportionen ermöglicht (vgl. § 5).

Wir gelangen daher für die Tiere im allgemeinen zu dem Grundsatze:

„Die akzidentelle Regeneration ist an die normale Wachstumsfähigkeit gebunden und tritt als eine Beschleunigung der physiologischen Regeneration auf.“

§ 2. Wovon ist nun aber die größere oder geringere Regenerationsgüte eines Organes oder einer Tierart abhängig?

Von den Anhängern der reinen Selektionslehre wird stets auf die Übereinstimmung zwischen größerer Verlustwahrscheinlichkeit, Gebrechlichkeit und Lebenswichtigkeit eines Organes einerseits und größerer Regenerationsfähigkeit desselben anderseits hingewiesen.

Lassen wir die Tatsachen sprechen:

Die im Innern von Tieren geschützt lebenden Parasiten konnten bisher nicht mit Erfolg zu Regenerationsversuchen herangezogen werden. Ursache des Fehlschlagens war aber die Unmöglichkeit die Tiere am Leben zu erhalten (Opalina — Kap. I, § 3; Würmer Kap. IV, § 3). Übrigens sind auch die freilebenden Nematoden ungünstige Versuchsobjekte. Dasselbe gilt für die freilebenden Egel ebensogut wie für die in der Kiemenhöhle des Flußkrebses schmarotzende Branchiobdella astaci (M. Meyer 1904).

Krebsarten regenerieren in gleicher Weise, ob sie den Angriffen von Feinden ausgesetzt (Cambarus virilis) oder vor ihnen verborgen leben (Cambarus gracilis). Der selektionistischen Erwartung entgegen regenerieren auch die in Höhlen lebenden, Feinden weniger ausgesetzten Tiere nicht schlechter als ihre oberirdischen Verwandten, so der blinde Höhlenkrebs (C. pellucidus Kap. V, § 2) und der Grottenolm (Proteus Kap. VIII, §§ 3—4).

Der männliche Hahn und der Storch beschädigen ihre Schnäbel bei ihren Kämpfen, und auch kletternde Vögel brechen leicht die Schnabelspitzen. Aber nicht nur diese Vögel, sondern auch Entenvögel, die ihren Schnabel kaum je verlieren, vermögen ihn zu regenerieren. Die Eidechsen regenerieren ebenfalls die Kieferspitzen, von deren Verlust im freien Zustande nichts bekannt war (Kap. VIII, §§ 2—3).

Für innere Organe vollends ist die Verlustwahrscheinlichkeit sehr gering, trotzdem regenerieren sie oft ausgezeichnet, so die Milz des Axolotls, die Lunge des Feuersalamanders, die Leber der Säugetiere u. v. a. (Kap. VIII, §§ 3, 6).

Wenden wir uns von der Verlustwahrscheinlichkeit zur Autotomie, welche die besondere Gebrechlichkeit in den Dienst der Verteidigung des Tieres zu stellen scheint.

Bei den Schlangen- und Haarsternen finden wir große Gebrechlichkeit mit hoher Regenerationsfähigkeit gepaart, aber die weit weniger gebrechlichen Seesterne stehen jenen darin schwerlich nach (Kap. III, §§ 2, 7). Ganz allgemein regenerieren Würmer und Gliederfüßer, welche Autotomiestellen aufweisen, dennoch auch die betreffenden Körperteile, wenn sie proximal oder distal dieser Stelle entfernt wurden (Chaetopterus, Pomatocerus Kap. IV, § 2; Crustacea Dekapoda, Orthoptera Kap. V, § 6). Die nicht fragmentierenden Nemertinen (Tetrastemma — Carlgren 1907) regenerieren ebenso wie die fragmentierenden (Drepanophorus — Bürger 1897, Lineus — Dalyell 1853, Borlasia — Mac Intosh 1870). Außerordentlich leicht verlieren der Tausendfüßer Scutigera [XIV, 6], der Weberknecht Opilio [XIV, 5] und die Schnake Tipula [XIV, 9] ihre sehr langen Beine, aber die zwei letzteren vermögen sie nicht wieder zu erneuern und die Verwandten des ersteren regenerieren die Beine, obzwar sie nicht so leicht autotomieren (Kap. V, § 2).

Geradezu umgekehrt zur Erwartung verhalten sich die älteren Larven der Springheuschrecken [XIV, 8], deren leicht autotomierenden Hinterbeine im Gegensatze zu den nicht autotomierenden vorderen Beinpaaren der Regeneration entbehren. Die nicht autotomierenden Vorderbeine der Gottesanbeterinnen regenerieren ebenso wie die beiden der Autotomie fähigen hinteren Extremitätenpaare (Kap. V, § 3).

Der Schwanz der nicht autotomierenden Wasserschnecken wird ebenso regeneriert, wie der von Harpa ventricosa autotomierte, und genau ebenso verhalten sich die autotomielosen Landschnecken zu den autotomierenden Arten (Kap. VI, §§ 2—3).

Die Eidechsen regenerieren den autotomierten Schwanz, aber auch der Alligator vermag dies ohne Autotomie, und die bis auf Spelerpes adspersus nicht autotomierenden Schwanzlurche tun ein Gleiches. Bei den Schlangen und manchen Echsen mit schwer abtrennbarem Schwanze ist die Regeneration gering, aber auch die sehr gebrechliche Blindschleiche erneuert den Schwanz bloß langsam (Kap. VIII, § 3).

Wollte man die Lebenswichtigkeit eines bestimmten Organes als maßgebend für seine Regenerationsfähigkeit ansehen, so müßten

rudimentäre Organe dieses Vermögens entraten. Es ist aber bei den Abdominalanhängen der Einsiedlerkrebse nicht der Fall (Kap. V, § 2). Die ganz rudimentären Augen des blinden Höhlenkrebses regenerieren in derselben heteromorphen Art, wie die seiner sehenden Verwandten (Kap. V, § 9).

Die längeren und funktionswichtigen Beine der wasserbewohnenden Käfer regenerieren an der Larve noch nicht, während dies die oft kurzen und unwichtigen Beinchen von Landlarven tun (Kap. V, §§ 3—4).

Auch die rudimentären Beine von Siren, Amphiuma und Proteus sind regenerationsfähig (Kap. VIII, § 3). Hingegen sind wieder die verwandelten Insekten und die amnioten Wirbeltiere außerstande, ihre doch wohl wichtigen Extremitäten wiederzuerzeugen.

Obzwar wir diese Beispiele aus unserem Tatsachenvorrate noch beliebig vermehren könnten, so dürften doch die vorgebrachten genügen, um die Ablehnung der Beziehungen von Verlustwahrscheinlichkeit, Gebrechlichkeit und Lebenswichtigkeit zur akzidentellen Regeneration zu motivieren. Doch würde damit eine Unvorsichtigkeit begangen, insoferne Verlusten oft unterworfene und funktionell stark beanspruchte Teile einer lebhaften physiologischen Regeneration unterliegen, diese aber der akzidentellen zur Grundlage dient.

Tatsächlich finden wir eine verhältnismäßig größere Regenerationskraft bei der funktionierenden Lunge des Feuersalamanders und der Froschlurche als bei der fast funktionslosen des Wassermolches, ein früheres Erlöschen der Regeneration des Schnabels bei den Entenvögeln, deren Beschäftigung weniger Ersatz der Spitze erfordert, als bei den kletternden Vögeln, und bei den Bilchen vielleicht eine deutlichere Regulation des zum Balancieren dienenden Schwanzes, als bei anderen Säugetieren ohne funktionswichtigen Schwanz, z. B. der ebenfalls autotomierenden Waldmaus (Kap. VIII, § 2, 3—4, 7 *c*).

Möglicherweise spielt auch bei niederen Formen die Funktion bei der raschen Wiederherstellung der Form im Sinne einer stärkeren Stoffwechselbetätigung mit.

Daß jedoch der Ausübung von Funktionen, nicht wie Child will, die Hauptrolle zufällt, dafür sprechen Versuche an Infusorien, die nach Abschnitt sämtlicher Wimperränder regenerierten (Loxophyllum — Holmes 1907), an Medusen, die gerade in rhyth-

mische Pulsation versetzt weniger zuwachsen ließen (Zeleny 1907 *Cassiopea*), an Crustaceen, deren Scheren, während des Regenerierens von Hautsäckchen umgeben, funktionsunfähig sind (Kap. V, § 5), endlich die Regeneration transplantierter Extremitäten bei Tritonen (Kap. IX, § 5).

„Die Regenerationsfähigkeit ist unabhängig von der Verlustwahrscheinlichkeit, der Gebrechlichkeit oder der Lebenswichtigkeit eines Körperteiles, außer wenn diese Umstände physiologische Regeneration begünstigen.“

§ 3. Denkt man sich das Regenerationsvermögen durch Selektion erworben, so müßten die ältesten, niedrigsten Formen das geringste, die besonders spezialisierten, höheren das größte aufweisen. Nun haben aber gerade die niedrigsten Tiergruppen das größte, die höchsten das geringste Regenerationsvermögen, ebenso die allgemeinsten Organe die größte, die differenziertesten die geringste Regenerationsgüte (Springbeine der Heuschrecken Kap. V, § 3, Pankreas unter den Drüsen Kap. VIII, § 6). Daher wird meist auch von den Selektionisten zugegeben, daß es eine ursprünglich allgemeine Regenerationskraft gebe, die allmählich im Erlöschen begriffen sei, aber durch Selektion in einzelnen Fällen erhalten oder sogar gesteigert worden sei.

Vergegenwärtigen wir uns die Gruppen des Tierreiches im Schema eines Stammbaumes nach der üblichen Klassifikation [XVI], so können wir sechs Stufen des abnehmenden Regenerationsvermögens unterscheiden.

Die erste Stufe [XVI, 1] umfaßt jene Tiere, welche aus dem Stücke einer Zelle, insoferne noch ein Kernstück darin vorhanden ist, regenerieren (Regeneration der Zelle), also die Urtiere (Protozoa Kap. I [I]).

Die zweite Stufe [XVI, 2] umfaßt Tiere, zu deren Regeneration Zellen beider Keimblätter vorhanden sein müssen (Regeneration der Primitivorgane). Hierher wären die Pflanzentiere (Coelenterata, Kap. II [II]), jedoch vielleicht mit Ausschluß der niedrigeren noch aus gleichartigen Zellgruppen (??) regenerierenden Poriferen und der höchsten Zweige, der Rippenquallen (Ctenophoren), zu stellen; ferner die niedrigsten Würmer (Trematoden Kap. IV [IV, 1—6]).

Die dritte Stufe [XVI, 3] unterscheidet sich darin von der zweiten, daß ein weiteres, drittes Keimblatt mit differenzierten

Organen zur Ausbildung gelangt ist und zur völligen Wiederherstellung des Tieres ebenfalls notwendig erscheint, doch können dann noch beträchtliche Teile des Zentralnervensystems wieder erzeugt werden (Regeneration der Organsysteme). In diese Gruppe fallen die Stachelhäuter (Echinodermata, Kap. III [III]), vielleicht ausschließlich der Seeigel (Echinoidea), der Balanoglossus, dann mehrere Ordnungen der Würmer, wie die Nemertinen und Anneliden exklusive der höchstdifferenzierten Egel (Hirudinea Kap. IV [IV, 7, 9—20]), endlich die Stammgruppe der Chordatiere, die Manteltiere (Tunicata Kap. VII [X, 17—20]).

Die vierte Stufe [XVI, 4] vermag Gliedmaßen, Sinnesorgane und andere Körperabschnitte zu regenerieren, aber nur insolange das Zentralnervensystem nicht mit entfernt wurde (Regeneration der Extremitäten): Nematoda (? Kap. IV [IV, 8]), Hirudinea (Kap. IV [IV, 21]), Krustentiere (Crustacea, [V, 1—5, 7—12, VI—VII]); ausschließlich der Formen mit vollständiger Verwandlung, zum Beispiel der Cyclopiden; die flügellosen Insekten (Machilis Kap. V [VIII, 6—7]), die Weichtiere (Mollusca Kap. VI [X, 1—16]), Lanzettfische (Leptocardii: Amphioxus Kap. VII [X, 23]), Fische (Pisces), Schwanzlurche (Amphibia urodela Kap. VIII [XI, 1—20]).

Die fünfte Stufe [XVI, 5] ersetzt den abgebrochenen Schwanz in beträchtlichem Umfange, nicht aber Gliedmaßen (Regeneration des Schwanzes): Kriechtiere (Reptilia, vielleicht ausschließlich einiger besonders spezialisierten Formen, wie Chamaeleo?), dann in geringerem Maße einige niedrige Säugetiere, wie die Bilche unter den Nagern (? Eliomys Kap. VIII [XII, 1—9, 25]).

Die sechste Stufe [XVI, 6] regeneriert bloß äußerliche Gewebsdefekte, ungegliederte, einfache Hautbildungen, wie Schuppen, Federn, Haare, Insektenflügel, Hornscheiden, Vogelschnäbel, innere Parenchyme, Drüsen usf. (Regeneration der Gewebe): hierher zählen die Rippenquallen (Ctenophoren, Kap. II) als höchste Coelenteraten, die Cyclopiden als höchste Entomostraken, die Spinnen (Arachnida), die geflügelten Insekten (Hexapoda) als spezialisierte Formen der Tracheaten (Kap. V [VIII, 1—5, 8—21, IX]), die meisten Frösche (Amphibia anura) als höchste Amphibien, die Vögel (Aves) und die meisten Säugetiere (Mammalia) als die höchsten Wirbeltiere (Vertebrata, Kap. VIII [XI, 21—24, XII, 10—24, XIII]).

Obzwar seit langem bekannt und wiederholt betont worden ist, daß die Abnahme der Regenerationsgüte im großen und ganzen der phyletischen Höhe parallel gehe, hat man doch behauptet, daß keine genaue Übereinstimmung bestehe. Allein die sorgfältige Nachprüfung der angeblichen Ausnahmsfälle hat keine als stichhältig erwiesen. (Vgl. § 3 in allen Kapiteln.)

In vielen Fällen sind es äußere Verhältnisse, die eine Unfähigkeit vortäuschen, so namentlich die bei Formen mit starrer Leibeswand fast unvermeidliche Infektion (Nematoden, Hirudineen? Kap. IV, Amphioxus Kap. VII), welche das Tier zugrunde richtet oder doch die Regeneration aufhält (Proteus, Spelerpes fuscus Kap. VIII, Wundheilung beim Menschen!). Haltung in der Kälte kann ebenfalls stark verzögern (Proteus). Meistens waren es aber auf unvollständige Versuche oder bloß gelegentliche Beobachtungen gegründete Angaben, wie jene negativen Befunde am Marmelmolche (Triton marmoratus), der im Gegensatze zu allen übrigen Tritonen nicht oder äußerst schlecht regenerieren sollte, an einer Gans, die den Oberschnabel nicht ersetzt hatte usf. (Kap. VIII).

Nirgends findet sich ein Fall, wo eine allgemeinere Stammgruppe schlechter regenerieren würde als die spezialisierten Endglieder der Entwicklungsreihen.

Nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens dürfen wir uns daher zu dem Schlusse berechtigt halten:

„Die Regenerationsfähigkeit ist eine ursprünglich allgemeine Eigenschaft der Tiere und nimmt mit der zunehmenden phyletischen Höhe der Tiergruppen im Stammbaume ausnahmslos in der Weise ab, daß nahe Verwandte durch eine ähnliche Regenerationsgüte ausgezeichnet sind und die spezialisierten Endzweige weniger regenerieren als ihre Stammgruppen“.

§ 4. Unsere bisherige Übersicht erstreckte sich namentlich auf die geschlechtsreifen Tiere. Ziehen wir auch die übrigen Entwicklungsstadien der Ontogenese in Betracht, so finden wir mit dem Alter des Tieres die Regenerationsgüte immer mehr abnehmen.

Erinnern wir uns, daß bereits die Eier eine fortwährende Abnahme ihrer Totipotenz erleiden (vgl. Experimentalzoologie I.

„Embryogenese“) und bloß die „Regulationseier“*) vor der Furchung aus einem beliebigen kernhaltigen Stücke auswachsen, so werden wir diese in unsere erste Stufe mit den Urtieren zusammenstellen [XVI, 1].

Die „Mosaikeier“*) vor der Furchung, die Regulationseier während der Furchung, die Larven der Ctenophoren während der Verwandlung, die Echinodermenlarven vor Anlage der Zölomtaschen können in die zweite Stufe [XVI, 2] eingetragen werden, während die älteren Tiere derselben Gruppen oft viel höher hinauf gehören.

Auf die dritte Stufe kämen die Larven der Seesterne nach Anlage der Zölomtaschen, die Embryonen der Egel (Hirudinea), die Eier der Wirbeltiere mit „embryonaler Postgeneration“ [XVI, 3].

Auf der vierten Stufe treffen wir die Larven der Cyclopiden, fast sämtliche Jugendformen der Tracheaten, also der Spinnen, Tausendfüßer und Insekten, die Kaulquappen der Frösche und wahrscheinlich die Embryonen der höheren Wirbeltiere [XVI, 4].

Die fünfte Stufe repräsentieren die sich verwandelnden Frösche, welche knapp vor dem Abwurfe noch den Schwanz wiederwachsen lassen, wenn sich die Metamorphose verzögert, ohne daß sonst der Verlust der Gliedmaßenregeneration durch Neotenie verzögert würde; auch vorgeschrittene Embryonen des Hühnchens, welche Schwanzpartien wiedererzeugen [XVI, 5].

Auf der sechsten Stufe stehen von jungen Tieren bloß die Vögel und Säugetiere vom Ausschlüpfen aus dem Ei beziehungsweise von der Geburt an bis zur Geschlechtsreife, wobei aber jüngere Tiere immer noch leichter als ältere regenerieren (auch Wundheilung Mensch!) [XVI, 6].

Unregelmäßigkeiten in der Abnahme des Regenerationsvermögens während der Entwicklung ein und derselben Tierart kommen vor, scheinen aber auch keine wirklichen Ausnahmen zu bilden, sondern in dem Wechsel der Konsistenz und der Gewebs-

---

*) Die Metazoën zerfallen anscheinend in zwei Reihen: in solche mit „Regulationseiern“, die zerteilt vorwiegend verkleinerte Ganzbildungen liefern, wozu die Cnidaria, Echinodermata, Urochordata (z. T.?), Vertebrata gehören, und in solche mit „Mosaikeiern“, die zerteilt defektive Gebilde hervorgehen lassen, wie jene der Ctenophora, Vermes (z. T.?), Arthropoda, Mollusca vgl. K. C. Schneider. Lehrbuch d. Histologie, Jena 1902.

verteilung der betreffenden Stadien gelegen zu sein (Larve der Ctenophoren vor der Verwandlung Kap. II, Seesterne nach Anlage der Zölomtasche, Kap. III, Planula der Planarien, Actinotrocha der Phoronis Kap. IV, Streckgastrula der Tunicaten Kap. VII).

Durch Berücksichtigung der Stadien, auf denen ein bestimmtes Regenerationsvermögen erlischt, kann die Parallele zwischen phyletischer Höhe und Regenerationsabnahme noch bis ins einzelne hinein verfolgt werden (namentlich Arthropoda Kap. V und Amphibia Kap. VIII).

Mehrfach war die Verwendung zu alter Stadien für negative Erfolge maßgebend (Beine der Frösche), insbesondere bei stark spezialisierten Organen, die länger als einfachere zur Regeneration bedürfen (männlicher Taster bei Spinnen, Fangbein der Gottesanbeterin) oder bei Tieren, welche im Verhältnisse zu ihren Verwandten wenig Häutungen aufweisen (Wasserspinne, Wasserkäfer Kap. V).

Es ergibt sich bezüglich der Regenerationsgüte früherer oder späterer ontogenetischer Stufen der Satz:

„Die Regenerationsfähigkeit nimmt mit zunehmendem Alter eines Tierexemplares ab.

Die scheinbare Unterbrechung auf mittleren Entwicklungsstadien in gewissen speziellen Fällen läßt sich auf den nachweislichen Wechsel in der Konsistenz oder der Gewebsverteilung zurückführen."

§ 5. Was veranlaßt den Eintritt der Regeneration? Wir können erwarten, hierauf eine Antwort zu erhalten, wenn wir die ersten, auf die Verletzung folgenden Vorgänge analysieren.

Zunächst finden wir allgemein das Bestreben, möglichst rasch die Wundfläche durch Bewegungen der Hautschichten, Absonderung schützender Schorfe und Wiederherstellung der Kontinuität äußerer Schichten dem schädigenden Einflusse der Außenwelt zu entziehen.

Wir werden daher einen maßgebenden Einfluß äußerer Faktoren bloß dort annehmen können, wo trotz des Verschlusses eine freiere Kommunikation mit der Außenwelt stattfinden kann; so werden vielleicht bei Tubularia Hydranten überall dort reproduziert, wo reicher Sauerstoff hinzudringen vermag (Kap. 2, § 9). Hiebei handelt es sich also um die Art des Regenerates. Daß bei höheren Tieren besondere Sauerstoffzufuhr zum Eintritt der

Regeneration selbst nicht unerläßlich ist, beweisen jedoch die ganz neuerdings von Kurz*) angestellten Transplantationsversuche an Tritonen, bei welchen die unter die Haut eingenähten enthäuteten Bruchstücke von Gliedmaßen ihre distalen Teile regenerierten, die Haut vor sich hertreibend.

Da Regeneration eines Gewebes durch ein anderes im Wachstum einen Widerstand erfahren kann (zum Beispiel Chordastab durch Bindegewebspolster im Amphibienschwanze Kap. VIII, § 7), so werden wir im Wegfallen von Teilen einen Vorteil für die Proliferation dahinterliegender erblicken dürfen.

Muß doch jedes Wachstum ein Kompromiß aus den das Wachstum hervorrufenden Eigenschaften der speziellen chemischen Stoffe und den auftretenden Druckkräften, namentlich Oberflächenspannungen, abschließen.

Beim Fortfall eines Teiles der Druckkräfte könnte so lange eine freie Betätigung des Wachstums stattfinden, bis die vormaligen Druckkräfte wieder geweckt sind, daher die Regeneration gerade wieder das Verlorene wiederherstellen.

Diese Betrachtungsweise müssen wir jedoch bei ihrer Anwendung auf die verschiedenen Qualitäten des Regenerates noch weiter dahin ausdehnen, daß es sich um die Störung und Wiederherstellung eines chemischen Stoffwechsels handelt: Fällt eine Reihe von Teilen fort, die bestimmte Stoffwechselprodukte aufgespeichert und gebunden hatten, so werden die neu zuströmenden Stoffwechselprodukte so lange zu neuen Gebilden verwendet, bis der ursprüngliche Zustand als die für das betreffende Stoffgemisch stabilste Verteilung wieder erreicht ist.

Fassen wir die physische und chemische Seite der Frage in eins zusammen:

„Die Regeneration, als eine Folge der Störung des physikalischen und chemischen dynamischen Gleichgewichtes betrachtet, erscheint als eine automatische Wiederherstellung der verlorenen Quantität und Qualität.“

§ 6. Woher stammen aber die regenerierten Teile? Bekanntlich hat man das Vorhandensein von Reservekeimen (Bonnet, Goodsir, Weismann) anzunehmen gesucht, die gleich schlummern-

*) O. Kurz, Über die Regeneration ganzer Extremitäten aus transplantierten Extremitätenteilen vollentwickelter Tiere. Zentralblatt für Physiologie. XXII. Nr. 12. 1908.

den Augen bei Pflanzen zur Entfaltung gelangen, sobald sie freigelegt werden.

Solche Keime sollten besonders an den Autotomiestellen bereit liegen. Allein die hierfür bei den Krabbenbeinen angesprochenen Körperchen haben eine andere Bedeutung (Kap. V, § 6) und auch sonst ist keine Spur solcher besonderer Anlagen zu bemerken.

Auch erfolgt ja die Regeneration entgegen den älteren Annahmen von allen Querschnitten des Krabbenbeines oder anderer regenerierender Organe aus, so daß eine nicht unterzubringende Anzahl von Reservekeimen vorhanden sein müßte, gar nicht zu reden, von den Schwierigkeiten, welche jener Anschauung durch die Heteromorphosen (§§ 9) und die Scherenumkehr bei Krebsen (Kap. V, § 7 *a*) erstehen.

Wenn wir hingegen in Betracht ziehen, daß die Regeneration nur dort vorkommt, wo ohnehin wachstumsfähiges Gewebe besteht, so drängt sich ganz von selbst die Einsicht auf, daß es sich um ein Weiterwachsen der zurückgelassenen Teile handelt. Hiemit steht die Unfähigkeit der amnioten Wirbeltiere, gänzlich entfernte Knochen wiederzubilden, im Einklange.

§ 6 *a*. In der Regel bildet auch bei der Regeneration jedes Gewebe bloß das gleichartige oder wenigstens das des gleichen Keimblattes, nicht aber gewebsfremde Organbestandteile. Wenn in einzelnen Fällen das Gegenteil behauptet wurde, wie bei dem Vorder- und Enddarme der Anneliden (Kap. IV, § 6 *a*) oder bei den Muskeln der Crustaceen (Kap. V, § 6 *a*), so hat sich teils die normale, teils die regenerative Histogenese als mangelhaft beschrieben herausgestellt, und ein Gleiches muß den Beobachtungen über die Herkunft der Schichten bei Knospung und Embryonalentwicklung nachgesagt werden (Coelenterata, Kap. II, § 6 *a*, Bryozoa, Kap. IV, § 6 *a*, Tunicata, Kap. VII, § 6 *a*).

Anderseits ist die Vertretung von Geweben ein und desselben Keimblattes untereinander um nichts merkwürdiger als die erstmalige Differenzierung der verschiedenen Schichten (Nerven der Anneliden, Kap. IV, §§ 6 *a*, 7 *c*). Die Erreichung desselben Endergebnisses trotz verschiedenen Entwicklungsganges, wie bei der berühmten Urodelenlinse (Kap. VIII, §§ 6 *a*, 7 *c*), erklärt sich aus der Entstehung dieser Organe als abhängige Differenzierung auch in der Embryogenese (vgl, Experimentalzoologie I., Embryogenese, Kap. VIII, 7, *a*).

Vielleicht ist teilweise auf diese Art auch der Einfluß der Nerven zu erklären; in den meisten Fällen entwickeln sich jedoch die Organe sowohl in der Embryogenese als auch bei der Regeneration auch ohne die Nervenverbindung, jedoch langsamer oder schlechter (Asterias, Antedon Kap. III, § 6, Planarien, Anneliden Kap. IV, § 6, Crustaceen Kap. V, § 7 *a*, Tritonen Kap. VIII, § 6).

Halten wir daran fest, daß einerseits die Regeneration nur von wachstumsfähigen Teilen geleistet, anderseits die Regenerate aus den fortwachsenden Geweben selbst entstehen, so liegt es nahe, den günstigen Einfluß der Nerven vorwiegend auf ihre Begünstigung des Wachstums, nicht auf ihre spezielle formbildende Kraft zurückzuführen. Die Förderung des Wachstums durch die Nervenverbindung ist für die Säugetiere allbekannt. Auch bei der Heterochelie der Krebse trifft dies auffallend zu.

Eigentlich liegt bloß ein sicher erwiesener Fall vor, in dem Anwesenheit eines nervösen Gebildes die Qualität des Regenerates zu bestimmen scheint; nämlich das Ganglion im Augenstiele der Krebse, nach dessen Entfernung an Stelle des Auges eine antennenähnliche Bildung auftritt. Indem wir diesen Ausnahmsfall einer weiteren Besprechung vorbehalten (§ 9), bemerken wir hier bloß, daß er den folgenden Satz nicht umstößt:

„Die Regenerate entstehen aus den an den Verletzungsflächen verbliebenen Geweben, indem jedes Gewebe die ihm innewohnenden Fähigkeiten weiter betätigt und zur Erreichung des Gesamtresultates wie bei der Normalentwicklung zur Verfügung stellt."

§ 7. Verfolgen wir die Regenerationsprozesse bis zur Wiederherstellung des vollständigen Tieres, so fällt uns auf, daß nicht nur sekundäre Geschlechtsmerkmale meist treu wiedererscheinen (Käfer Kap. V, § 7, Hektokotylus Kap. VI, § 7, Amphibien Kap. VIII, § 7), sondern auch die Keimdrüsen bei den niederen Tieren in den regenerierten Regionen neu auftreten (Tubularia Kap. II, § 6, Holothurien, Seestern Kap. III, § 6, Planarien Kap. IV, § 7, Clavellina Kap. VII, § 7).

Anderseits ist auch bei den höheren Formen, wo Kastration nicht zur Regeneration führt, die Regeneration keineswegs durch Abwesenheit der Ovarien behindert (Amphibien Kap. VIII, § 7).

Der Verlauf der Regenerationsprozesse ist ein verschiedener, doch treten meist die Spitzenpartien zuerst auf (Kap. IV, § 7 *b*, *c*, Kap. V, § 7, Kap. VIII, § 7 *c*), nur bei den Hautpartien der

Wirbeltiere soll dies nicht der Fall sein und bei den Anhängen von Krebstieren wurde ein Wechsel in der Abgliederungsrichtung beobachtet. Nach totaler Amputation werden stets zunächst die proximalen Teile bis zu einem gewissen Grade hergestellt, ehe der Spitzenteil erscheint.

Vielleicht sind immer zwei Perioden der Abgliederung vorhanden, eine erste zentrifugale und eine zweite zentripetale, und wird die erstere nur infolge ihres verborgenen Verlaufes meist leicht übersehen. Dies würde auch die Ausnahmsstellung der Wirbeltierhautpartie erklärlich machen, da man an ihr die erste Periode nicht übersieht, während beim Skelett erst mit Auftreten der neuen Spitze die Regeneration deutlich als solche zu erkennen ist.

§ 7 *a*. Bietet das Neuauftreten von Geschlechtsorganen und das zentripetale Fortschreiten der Regeneration der Annahme von Reservekeimen abermals neue Schwierigkeiten, so muß das Gleiche im höchsten Maße von den weitgehenden Umformungen gesagt werden, welche oft gar nicht direkt vom Verluste betroffene Teile erleiden.

Nicht nur bei den niedersten Tieren, wo eine völlige Umgestaltung (Morpholaxis) kleiner Teilstücke zum Ganztiere stattfindet (§ 7 *a* der Kap. I, II, IV, VII), sondern auch bei höheren Formen wird eine Abnahme der Gesamtgröße beobachtet, indem namentlich bei Nahrungsmangel der übrige Körper behufs rascheren Ersatzes des Verlorenen eine proportionale Verkleinerung erfährt (Krebse Kap. V, § 7 *a*, Triton Kap. VIII, § 7 *a*).

Wenn nicht der ganze Körper in Mitleidenschaft gezogen wird, so findet wenigstens eine Umbildung der nächstliegenden oder besonders korrelierter Teile statt (Vertauschung der Borsten und Haken bei Röhrenwürmern, Chitinausgleich bei Podarke, Umkehr der Operkulen bei Serpuliden Kap. IV, § 7 *a*; kompensatorische Streckung des Endgliedes der Antennen der Collembolen, der Tarsalglieder des Weberknechtes; Umformung der Coxa der Gottesanbeterin, des Flügels der Heuschrecke; Reduktion des Flügels am Mehlkäfer nach Amputation des Hinterbeines der Gegenseite, von Trachealkiemen der Ephemeriden nach Abschnitt der gegenständigen, des einen Kiefers von Wasserkäfern nach Entfernung des zweiten Kiefers; Scherenumkehr bei den meisten heterochelen Krebsen Kap. V, § 7 *a*; Zurückziehung des Mantelrandes auch von der nicht verletzten Muschelschale Kap. VI,

§ 7 *a*; Reduktion bestehender Siphonen zugunsten neuer Kap. VII, § 7 *a*; Übergreifen der Regeneratfarbe auf stehen gebliebene Hautpartien und Verstreichen der Zacken an Kämmen nach Entfernung von Flossensäumen anderer Regionen bei Amphibien, kompensatorische Reduktionen am Hirschgeweih, kompensatorische Hypertrophien am Froschkiefer und an inneren Säugetierorganen usf. Kap. VIII, § 7 *a*).

§ 7 *b*. Während diese Umformungen öfter ohne Zellteilung, also durch bloße Umlagerung der alten Zellen vor sich gehen, werden die neu zuwachsenden Teile durch mitotische Zellteilung, also echte Sprossung, von der Wundfläche aus gebildet.

So kann es geschehen, daß, je nachdem diese Sprossung oder die allgemeine Umformung rascher vor sich gehen, auf verschiedenen Wegen ein ähnliches Endprodukt erreicht wird.

Zum Beispiel stellen jüngere Krebse die Heterochelie eher durch Scherenumkehr, ältere durch direkte Regeneration wieder her (Kap. V, § 7 *a*). Wenn keine Regeneration mehr möglich ist, tritt vielleicht noch kompensatorische Hypertrophie der einen verbliebenen Schere auf (Astacus — Nothnagel 1885) (vgl. auch Kap. VIII, § 7 *a*).

§ 7 *c*. Vergleichen wir den Verlauf der Regeneration mit der Ontogenese, so finden wir vielfach volle Analogie (vgl. §§ 7 *c* der Kap. II—VIII), öfter jedoch Abweichungen, die sich entweder auf den völligen Ausfall der embryonalen Stadien beziehen oder auf das lange Bestehenbleiben eines anscheinend atavistischen Zustandes.

Beide Erscheinungen lassen sich ungezwungen auf die verschiedenen Bedingungen zurückführen, unter welchen die erstmalige Entwicklung und die Regeneration vor sich gehen, wenn wir im Auge behalten, daß die sekundäre Entwicklung auch nichts anderes als eine Äußerung des stets vorschreitenden Wachstums und physiologischen Ersatzprozesses sei.

Wie werden dann nicht erwarten können, daß Embryonalstadien, welche in die Eientwicklung oder cönogenetisch veränderte Larvalperioden fallen, von den entwickelten Geweben wiederholt werden: es kommt zur abgekürzten Entwicklung (z. B. Kap. IV, § 7 *c*). Ganz ähnlich mit der Embryonalentwicklung verlaufen die regulativen Prozesse, wenn es zu einer allgemeinen Rückdifferenzierung, einer Rückkehr zum embryonalen Zustande gekommen war (Hydra, Tubularia Kap. II, § 7 *c*). Bei den Tuni-

katen folgt der Regenerationsprozeß mehr der Sprossung als der Embryonalentwicklung (Kap. VII, § 7 *a*—*c*).

In jenen Fällen, wo Teile erneuert werden sollen, die in der Embryonalentwicklung sehr rasch, cönogenetisch abgekürzt, sich entwickeln, wie bei den Maxillipeden der Brachyuren (Kap. V, § 7 *c*), brauchen dieselben Teile zur Regeneration längere Zeit, und bei den Häutungen können Durchlaufsstadien fixiert werden, die in der Embryogenese unterdrückt zu sein scheinen.

Dürfen wir die Abgliederungsrichtung beim erstmaligen und regenerativen Wachstume mit den beiden Perioden zentrifugaler und zentripetaler Abgliederung als zutreffend annehmeu (z. B. Antenne der Wasserasseln, Krebsbeine, Kap. V, § 7), so ergibt sich weiter die Möglichkeit, daß ein Stehenbleiben des Regenerates auf dem Stadium der beginnenden zweiten Periode stattfinden kann, ehe alle Glieder zentripetal ausgebildet wurden.

So werden die viergliedrigen Tarsen der regenerierten Orthopterenbeine, welche nur bei Amputation vor der ersten Häutung noch das fünfte Tarsalglied abzuschnüren vermögen (Bacillus Kap. V, § 4), unserem Verständnisse näher gerückt.

Eine analoge Deutung ergibt sich für die Saurierschwänze, deren zurückgebliebene Beschuppung und Knorpelrohr dem Ende des normalen, namentlich jungen Schwanzes entspricht (Kap. VIII, § 7 *c*).

Was nun den Atavismus in diesen Fällen anbelangt, so würde er als eine einfache Folge des biogenetischen Grundgesetzes sich ergeben.

Daß es sich nicht um wirkliche Atavismen, wie sie bei Zuchtversuchen mit gemischtem Blute vorkommen, handelt, dafür spricht beredt die bei genügender Entwicklungszeit der Regenerate immer weiter fortschreitende, der Norm sich nähernde Ausbildung (Verkalkung des Knorpelrohres, Auftreten besonderer Schilder bei Geckonen Kap. VIII, § 7 *c*).

Sehr deutlich geben sich auch die hypotypen Regenerate der Krebsscheren, welche übrigens volle Parallele zur Ontogenese aufweisen (Hummer u. a. Kap. V, § 7 *c*), als unechte Atavismen dadurch zu erkennen, daß die Individualcharaktere wiedererscheinen, was bei dem Auftauchen eines Ahnenplasmas nicht sein dürfte.

„Die Regeneration ist imstande, bis zur völligen Wiederherstellung des Verlorenen einschließlich

sekundärer und primärer Sexualorgane und der Individualcharaktere zu verlaufen, soferne es die onto- und phylogenetische Stufe des Verlustträgers gestattet.

a) Im Verlaufe der Regeneration kann eine Umformung des ganzen Körpers oder bloß kompensatorische Reduktion oder Hypertypie mit dem Verlorenen korrelierter Teile statthaben, je nachdem auf die eine oder die andere Art der Ganzform leichter nahezukommen ist.

b) Die Sprossung der neuen Teile findet mit denselben Mitteln, mitotischer Kernteilung usw., wie das normale Wachstum statt.

c) Die Regeneration verläuft im allgemeinen der Ontogenese parallel, ohne jedoch cönogenetische Stadien zu wiederholen.

Sie liefert daher konform dem biogenetischen Grundgesetze scheinbare Atavismen, wenn durch Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit Durchgangsstadien länger fixiert bleiben.

Namentlich können infolge der wahrscheinlich stets zuerst zentrifugal, dann zentripetal erfolgenden Abgliederungsrichtung Zwischenglieder ausfallen."

§ 8. Wir werden nach den bisherigen Auseinandersetzungen erwarten dürfen, daß die äußeren Faktoren auf die Regeneration in der gleichen Weise einwirken, wie auf das erstmalige Wachstum. Und hierin täuschen wir uns auch nicht: die Regeneration wird ebenso wie das Wachstum gefördert durch Sauerstoffzufuhr, geringe Salzkonzentration (Kap. II, § 8), reichliche Nahrung (Kap. IV, VIII), höhere Temperatur (§§ 8 aller Kapitel), manchmal Belichtung (Kap. II, § 8) und wahrscheinlich funktionelle Beanspruchung (Kap. V, § 6, Kap. VIII, § 6), da wir sahen, daß Nervendurchtrennung die Regenerationsgeschwindigkeit vermindert.

Im allgemeinen werden kleinere Organe rascher ersetzt als größere und regenerieren kleinere Tiere auch analog rascher als größere. Ja, kleinere Stücke von Planarien erzeugen eher eine ganze Planarie als größere Stücke das Verlorene ersetzen (Kap. IV, § 8).

Doch finden wir, daß ein Körperteil, wie z. B. der Arm eines Seesternes, rascher regeneriert, wenn mehr abgeschnitten wird, als wenn weniger abgeschnitten wird (Kap. III, § 8), ähnlich die obere Körperhälfte von Circinalium (Kap. VII, § 8). Ebenso regenerieren mehrere Arme der Meduse (Kap. II, § 8) oder des Schlangensternes rascher als einer allein (Kap. III, § 8), mehrere Beine des Krebses rascher als eines (Kap. V, § 8).

Nehmen wir an, daß eine bestimmte Ersatzmasse zur Durchführung der physiologischen Stoffwechsel- und Wachstumsprozesse notwendig, in einer bestimmten Zeit zur Verfügung steht, so wird bei Verminderung der Gesamtmasse des Körpers Ersatzmasse zu Regenerationszwecken frei werden, wenn die Ersatzstoffe liefernde Region nicht mit entfernt wurde. Je größer die entfernte Masse, um so rascher wird dann die Regeneration fortschreiten können. Ich habe nachzuweisen versucht, daß diese Anschauung für die Crustaceen zutrifft und daß wir hiermit zugleich die Erklärung für die Tatsache erhalten, daß das Regenerat zur Zeit der ersten Häutung unter sonst gleichen Umständen dieselbe Größe erreicht, unabhängig von der zur Regeneration verwendbar gewesenen Zeit (Przibram 1905 *Quantitative**).

Selbstredend wird bei einer gewissen Grenze die vorrätige Masse nicht zum Ersatze ausreichen können und bei größeren Verlusten wieder eine Abnahme der Regenerationsgeschwindigkeit zu verzeichnen sein (Optimum nach Zeleny a. a. O.: Entfernung von 6 Armen bei der Meduse Cassiopea, von 4 Armen beim Schlangenstern Ophyoglypha; nach Ellis 1907: Entfernung von 2 Beinen bei der Wasserassel Mancasellus).

Mit der totalen Entfernung aller Arme der Strahltiere oder der Totalexstirpation von Gliedmaßen bei Gliederfüßern und und Wirbeltieren (Kap. VIII, § 6) tritt bedeutendere Verzögerung, wenn nicht gar Verlust der Regeneration ein. In diesen Fällen waren entweder lebensnotwendige oder solche Teile entfernt worden, die erst langsam wieder aus anderen gebildet werden müssen.

Wiederholter Abschnitt derselben Körperteile kann zu einer Zunahme der Regenerationsgeschwindigkeit führen (Polypen, Medusen Kap. II, § 8, Nervenhaare Kap. VIII, § 8) oder sogar zu einer Hypertrophie der Regenerate (Asselextremitäten Kap. V,

---

*) Auch in Przibram, Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. Roux Vorträge. III. Leipzig, W. Engelmann. 1908.

§ 8, Siphonen der Ciona Kap. VII, § 8, Fischflossen Kap. VIII, § 8); doch tritt endlich eine Erschöpfung und Tod des Tieres ein (Triton Kap. VIII, § 8). Ein Hinausgehen des Stoffwechselstromes über das gewöhnliche Maß und verstärkte trophische Nervenwirkung scheinen im Spiele.

Die wiederholte Regeneration kann auch derart durchgeführt werden, daß das ursprüngliche Regenerat nunmehr das fehlende regeneriert, also sozusagen der neue Henkel einen neuen Krug erzeugt (Polypen Kap. II, § 8, Würmer Amphiglena und Thinodrilus Kap. IV, § 8, Clavellina Kap. VII, § 8). Die Teilstücke behalten hierbei die Regenerationsgeschwindigkeit jener Körperregion bei, der sie ursprünglich entstammten (Thinodrilus).

Wir können daher in Zusammenfassung aller dieser die Geschwindigkeit betreffenden Punkte sagen:

„Die Regenerationsgeschwindigkeit wird bestimmt durch die Wachstumsfähigkeit der regenerierenden Region, die Stärke der Formstörung und die äußeren wachstumsbefördernden Faktoren."

§ 9. Wenden wir uns uns von dem normalen Verlaufe der Regeneration zu jenen Fällen, wo nicht der ursprüngliche Zustand mehr weniger genau wiederhergestellt wird, sondern etwas „anderes" an seine Stelle tritt, zu den Heteromorphosen.

Wir müssen hier zweierlei unterscheiden: die polare Heteromorphose, wo an Stelle eines Körperpoles der andere regeneriert wird, und die homöotische Heteromorphose, wo an Stelle eines Anhanges ein anderer, einem andern Segmente angehöriger tritt.

Die „Homöosis" soll zunächst besprochen werden, weil die Polaritätsumkehr im Zusammenhange mit den Mehrfachbildungen an Faßlichkeit gewinnt und daher mit diesen zugleich später erläutert werden soll (§ 10).

Typische homöotische Heteromorphosen sind — wie wir sahen — verwiegend bei den Gliederfüßern bekannt: so kann bei den dekapoden Crustaceen das Auge durch eine erste Antenne, der Maxilliped durch ein Scherenbein, das Scherenbein durch ein Schreitbein (vielleicht auch durch einen Schwimmfuß), der Insektenfühler durch einen Fuß ersetzt werden (Kap. V, § 9).

Durch Versuche ist bislang bloß nachgewiesen, daß Regeneration bei den Crustaceen Ursache der Homöosis ist. Für die Crustaceen wieder ist als Ursache der Heteromorphose bloß Entfernung des Augenganglions sichergestellt.

Vergleichen wir diesen Fall: „erste Antenne an Stelle eines Auges“ mit den übrigen Homöosisfällen, so finden wir zwei auffallende Analogien: erstens gehört die ersetzende Gliedmaße normalerweise dem auf die ersetzte folgenden Segmente an und zweitens wird die sinnesfunktionell höherstehende durch die in dieser Beziehung einfacher ausgestattete ersetzt: das lichtempfindliche Krusterauge durch eine lichtunempfindliche und noch dazu des normalen Otolithen entbehrende erste Antenne, der Insektenfühler durch den unempfindlicheren Fuß, der als Taster fungierende Krabbenmaxilliped durch die Schere, die als Greiforgan fungierende Schere des Krebses durch den Schreitfuß!

Es legt dies die auch noch durch die Versuchsumstände bei den Crustaceen (schwere und wiederholte Verletzung) gestützte Deutung nahe, daß alle Fälle auf eine Verletzung oder Erkrankung des zugehörigen Ganglions zurückführbar sein mögen und die Veränderung der Form des Wachstums mit dem Erlöschen eines solchen sinnesempfindlichen, zugleich abhängige Differenzierung hervorrufenden Teiles zusammenhängt.

Unaufgeklärt ist noch das Auftreten von Zusatzgliedmaßen, z. B. einer Antenne an einem Fühler, eines Schreitbeines am Krabbenhinterleibe u. a. m. (Kap. V, § 9, Kap. VIII, § 9), und da ihre Zurückführung auf Regeneration nicht feststeht, eine embryonale Versprengung sogar vielleicht eher anzunehmen ist, so müssen wir uns vorläufig auf die vorsichtige Formulierung beschränken:

„Die homöotische Heteromorphose kann durch Ausfall eines Ganglions auf regenerativem Wege zustande kommen.“

§ 10. Wir haben bisher namentlich jene Regenerate besprochen, die nach einfacher, querer Amputation zustande kommen und daher auch wieder als gerade Fortsetzung der bisherigen Wachstumsrichtung erscheinen.

Nun können aber durch Variation der einwirkenden verletzenden Kräfte die Wachstumsrichtungen aus der normalen Bahn abgelenkt werden.

Wir erhalten sehr anschauliche Bilder über den Verlauf der Regenerationsrichtungen, wenn wir die „biotechnische“ Betrachtungsweise anwenden [XV] und zunächst uns an einem Balken die Wirkung eindringender Kräfte vergegenwärtigen [XV, 1—1 *h*], sodann diese Anschauung auf wachstumsfähige

Gebilde übertragen [XV, 4—4 *h*; 5—5 *h*] und endlich die Zusammensetzung der Tiere aus Zellen berücksichtigen [XV, 2—2 *h*; 3—3 *h*].

Es seien fünf Operationsvariationen behandelt: alle anderen liefern nichts Neues und können leicht auf jene zurückgeführt werden.

I. Die bereits besprochene quere Amputation, wie sie in allen Autotomiefällen realisiert ist [XV, 1 *a*]. Außer durch solchen Abriß kommt sie durch einen einfachen, queren Abschnitt mit einem scharfen Instrumente oder Abbiß zustande. Sie schafft eine senkrecht zur Längsachse gelegene Wundfläche, aus der nun ohne Veränderung der Richtung das Regenerat wieder senkrecht herauswächst [XV, 4 *a*—5 *a*].

II. Schiefe Amputation mit derselben Operationsart wie die quere, aber schiefer Schnittrichtung [XVI, 1 *a*]. Das Regenerat wächst abermals senkrecht zur Schnittfläche, da diese aber mit der alten Wachstumsrichtung einen Winkel einschließt, erscheint es nicht als Fortsetzung der alten Richtung, sondern unter einem der Schnittrichtung entsprechenden Winkel zu jener geneigt [XV, 4 *a*] („Barfurths“ Regel Kap. II—VIII, §§ 10 *a*).

Später kommt es meist zu einer Geradestreckung [XV, 5 *a*].

III. Spaltung der Länge nach, durch Eindringen einer scharfen Schneide in der Richtung der Längsachse [XV, 1 *f*] ohne völlige Durchschneidung, wodurch zwei spiegelbildliche Wundflächen entstehen. Aus diesen wachsen die zur Symmetrie jeder Hälfte fehlenden Teile wieder senkrecht zur Wundfläche, so daß es zu einer Doppelbildung des gespaltenen Teiles kommt [XV, 4 *f*], die bei Raummangel weitgehende Verschmelzung eingehen kann [XV, 5 *f*] (Kap. I—VIII, §§ 10 *b*).

IV. Bruch quer zur Längsachse, durch Eindringen einer stumpfen Kraft, welche einen Verlust der Spitze herbeiführt, außerdem aber weiter proximal zwei offene klaffende Wundflächen am Zugscheitel schafft [XV, 1 *g*]. Durch Auswachsen senkrecht zu jeder der drei Wundflächen entsteht eine Dreifachbildung [XV, 4 *g*], bei der alle drei Gebilde in einer Ebene liegen und das zwischen den beiden anderen stehende eine verkehrte Symmetrie aufweist („Batesons“ Regel Kap. II—VIII, § 10 *c*). Weitgehende Verschmelzungen verschleiern oft den wahren Sachverhalt [XV, 5 *g*].

V. Isolierung eines kleinen, bloß Körperteile einer Region enthaltenden Stückchens, etwa durch zwei quere Abschnitte [XV, 1 *h*]; es entstehen dann gemäß der gleichen Beschaffenheit beider Schnittstellen zwei gleiche, aber entgegengesetzt symmetrische Pole aus den Schnittflächen [XV, 4 *h*]. Da es bloß möglich ist, bei niedrigen Formen solche Stücke ohne weiteres am Leben zu erhalten, kommen auch nur hier solche biorale oder bianale Tiere zustande (Tubularia, Renilla, Cerianthus, Actinia, Kap. II, § 9; Planaria, Lumbricus Kap. IV, § 9; Clavellina Kap. VII, § 9). In einigen Fällen können sie auf dem Umwege über Pfropfung erhalten werden (Hydra Kap. II, § 9, Kopf von Lumbricus Kap. IV, § 9).

Hiermit kommen wir nun auf die polare Heteromorphose zu sprechen; wir müssen an ihr zweierlei unterscheiden: das Auftreten von Körperteilen des entgegengesetzten Körperendes, wie es bloß nach Abschnitt auftritt; sodann aber noch die Möglichkeit, daß polare Heteromorphosen ohne jede Amputation durch Veränderung der äußeren Faktoren eintreten. Letzteres findet bei den zuerst von Loeb mit dem Namen Heteromorphosen belegten Fällen an Meerespolypen statt, wo ein Ast je nach der Berührung mit dem Substrate, der Belichtung und dem Wechsel anderer Faktoren sich in einen Wurzelsproß oder Hydranten umwandelt. Aber auch diese Fälle haben insoferne mit den bloß nach Amputationen auftretenden polaren Heteromorphosen das Gemeinsame, daß die Gleichpoligkeit auf dem Vorhandenensein gleicher Zustände an beiden Enden basiert (z. B. biorale Polypen bei beiderseitiger Bespülung mit sauerstoffhaltigem Wasser).

Wollen wir uns nun veranschaulichen, wie die Ergebnisse unserer fünf Versuchsvariationen, nämlich unveränderte Regeneration, schiefe Regeneration, symmetrische Doppelbildung, Bruchdreifachbildung und polare Heteromorphose durch die Mittel der mitotischen Zellteilung zuwege gebracht werden, so brauchen wir uns bloß an die Regeln der normalen Entwicklung des Zellverbandes zu erinnern (vgl. Exp. Zool. I, Embryogenese, namentlich Kap. I, IV und VI).

Danach besitzt die Eizelle von Anfang an eine Polarität, welche nach bestimmten Regeln auf alle ihre Abkömmlinge übertragen wird, so daß diese wieder als polare Gebilde mit basaler, innerer und freier, äußerer Seite anzusehen sind (Hatschek). Bei

der Zweiteilung zeigt es sich an den „Mosaïkeiern" bereits deutlich, daß den Zellen auch ein Rechts und Links zukommt. An den Regulationseiern sehen wir das Rechts und Links auch bei Verwendung einer einzelnen Blastomere wieder neu entstehen, indem die folgenden Zellteilungen die ursprüngliche Anordnung wiederherstellen. Da Mosaïk- und Regulationseier bloß graduelle Unterscheidungen zulassen, ja Eier desselben Tieres je nach den äußeren Umständen sich verschieden verhalten können („Embryogenese" Kap. VIII, 7 *a*), so werden wir mit der Annahme einer verschiedenseitigen Potenz aller Zellen nicht fehlgehen.

Nach Zur Straßens Regel weichen die Zellkerne und Zentrosomen bei jeder Zellteilung auseinander und stellen sich stets wieder unter die Mitte der freien Fläche der Zelle ein [XV, 2—3].

Werden Schnittflächen freigelegt, so erfolgt eine Drehung der Zellen an diesen (von Hadži in Przibram 1906 *Stuttgart* an Tubularia beobachtet; vgl. auch Würmer Kap. IV, § 5), bis die freie Fläche wieder von ihnen überdeckt ist, indem dabei die Zellteilungsspindeln parallel zum Epithelverbande sich einstellen (Hertwigs Regel) [XV, 2 *a*—3 *a*].

Da die Anordnung der Zellen den Gesetzen der Oberflächenspannung folgt, solange ein halbweicher Zustand vorherrscht, ergibt sich die Barfurthsche Regel der senkrechten Richtung des Regenerates über der Schnittfläche als Resultante des gegenseitigen Druckes der aneinander abgeplatteten, nach außen konvexe Tropfenform annehmenden Zellen, wie etwa ein Tropfen oder Tropfenkonglomerat auf einer jeden Fläche aufsitzen würde [XV, 3 *a*]. Mit der Zunahme der starren Ablagerungen verläßt der Zellenhaufen die Tropfenform und es erfolgt die den Wachstumsrichtungen entsprechende Geradestreckung, der auch oft die funktionelle Beanspruchung Vorschub leistet [XV, 5 *a*].

Die Doppelbildung durch Spaltung [XV, 2 *f*] erfordert keine neue Erwägung. Die auf jeder Schnittfläche senkrecht wachsenden Zellen nehmen, ebenso durch Drehung aus den ursprünglichen hervorgegangen wie solche bei regulierenden Eiern, die entgegengesetzte Symmetrie an, indem Zentrosom, Kern, Plasmastoffe in die entgegengesetzte Verteilung gelangen [XV, 3 *f*].

Die Bruchdreifachbildung [XV, 2 *g*] bietet eine Komplikation nur in bezug auf das mittlere Gebilde: das an der alten

Spitze gelegene Regenerat muß ganz entsprechend der queren Amputation, das an der proximalen Bruchfläche in ähnlicher Weise ein normalsymmetrisches Regenerat liefern. Das zwischenliegende, aus der distaleren Bruchfläche wachsende Regenerat erfährt eine Drehung in der zu diesen beiden entgegengesetzten Richtung [XV, 3 *g*], und tatsächlich sehen wir nun seine Symmetrie umgekehrt [XV, 4 *g*].

Hier sind wir jedoch genötigt, den Vorbehalt machen, daß es sich um eine distale Partie handeln muß, die nicht mehr imstande ist, das Proximale wiederzubilden; sonst müßte ja die verkehrtgewandte Bruchstelle dieses ersetzen.

In der Tat sind die typischen Bruchdreifachbildungen am häufigsten bei Arthropoden (Kap. V, § 10 *c*) und Vertebratenanhängen, die gewiß das proximale Tier nicht wiederzuerzeugen imstande sind. Hierfür spricht u. a. das Verhalten des abgeschnittenen Kaulquappenschwanzes (Kap. VIII, § 9). Aber auch bei den niedrigeren Gruppen findet sich kein unbeschränktes Regenerationsvermögen.

Daher kommt es bei ihnen, namentlich an kleinen Stücken, die den polaren, starren Epithelverband nicht mehr aufrechtzuerhalten vermögen (Tubularia Kap. II, § 9, Planaria Kap. IV, § 9) zu einer entgegengesetzten Drehung und Einstellung der Zellen zu zwei gleichen Polen. Und nicht anders dürfte das heteromorphe Auswachsen eines Schwanzes von vorderen Schnittflächen des Regenwurmhinterteiles zu erklären sein. Mit der Unfähigkeit zur Ausbildung der Kopfregion verbindet sich die doch erfolgende Einstellung einer symmetrischen Knospe zur Erzeugung des vorderen Schwanzes.

Die Ergebnisse der Biotechnik möchte ich kurz folgendermaßen formulieren:

„*a*) Regenerate wachsen senkrecht zu jeder Wundfläche, so daß sie bei schiefer Wundfläche zunächst mit der ursprünglichen Wachstumsrichtung einen Winkel bilden (Barfurths Regel).

b) Die Symmetrieverhältnisse mehrerer Regenerate werden durch die Symmetrieverhältnisse der Wundflächen derart bestimmt, daß die zur Herstellung der Symmetrie eines jeden einzelnen Regenerates notwendigen Teile wiedererzeugt werden (Torniers Regel).

Daher entstehen durch Spaltung in der Längsachse symmetrische Doppelbildungen, durch Bruch quer zur Längsachse Dreifachbildungen.

c) Bei diesen Dreifachbildungen liegen demnach alle drei Gebilde in einer Ebene, stehen je zwei zueinander in Symmetrie und weist das mittlere, von einer proximal gerichteten Bruchfläche ausgehende Zusatzgebilde die zu den übrigen entgegengesetzte Symmetrie auf (Batesons Regel).

Analoge Polaritätsumkehr (polare Heteromorphose) kommt bei isolierten Stücken aus Regionen ohne regenerative Totipotenz oder bei sehr kleinen Stücken totipotenter Formen vor."

„Wie die einfache, akzidentelle Regeneration, lassen sich auch die erwähnten regenerativen Mißbildungen auf die allgemeinen Formbildungsregeln der Zellen ohne Heranziehung neuer Hypothesen zurückführen."

Literatur.

(Theoretische Schriften allgemeiner Natur sind nicht aufgenommen worden.)

I. Neuere Handbücher über Regeneration und Mißbildungslehre.

Barfurth Dietrich, Die Erscheinungen der Regeneration bei Wirbeltierembryonen. O. Hertwigs Handbuch der Entwicklungslehre III—3. Jena, Fischer, 1903. [Mit 116 Textfiguren; gute Übersicht der Regeneration bei Wirbeltieren.]

Bateson William, Materials for the Study of Variation. London, Macmillan, 1894. [Mit 209 Textfiguren, ausgezeichnete Zusammenstellung als diskontinuierliche Variationen erschienener Mißbildungen, die sich nach unserem gegenwärtigen Wissen zum größten Teile als Regenerationserscheinungen entpuppt haben.]

Driesch Hans, Die organischen Regulationen. Leipzig, Engelmann, 1901. [Klassifikation; keine Figuren.]

Korschelt Eugen, Regeneration und Transplantation. Jena, Fischer, 1907. [Mit 144 Textfiguren; berücksichtigt alle drei Naturreiche, als erste Einführung empfehlenswert.]

Loeb Jacques, Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig, Barth, 1906. [XI. Vorlesung: Regeneration, Seite 281—310; mit Textfiguren; meist die eigenen Versuche des Autors betreffend.]

Marchand F., Der Prozeß der Wundheilung mit Einschluß der Transplantation. Stuttgart, Enke, 1901. [Mit 108 Textfiguren; behandelt Gewebsregeneration bei Säugetieren.]

Morgan Thomas Hunt, Regeneration. New-York, Macmillan Company, 1901. [Englisch; mit 66 Textfiguren; berücksichtigt Pflanzen- und Tierreich, als erste Einführung empfehlenswert.]

Moszkowski Max, Regeneration von Th. H. Morgan. Deutsche Ausgabe, zugleich zweite Auflage des Originals. 1907. [Mit 77 Textfiguren.]

Przibram Hans, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Tiere. Wien, Deuticke, 1904. [Enthält in den Kapiteln 9 und 10 eine sehr gedrängte Übersicht der Versuche über Regeneration und Teratogenese.]*)

---

*) **Przibram Hans,** Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme; Roux' Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik III. Leipzig, Engelmann, **1908.** [Mit 6 Kurven; enthält in den Kapiteln V und VI die Anwendung mathematischer Formeln auf Regenerationsversuche.]

Schwalbe Ernst, Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. I. Allgemeine Mißbildungslehre. Jena, Fischer, 1906. [Mit 1 Tafel und 165 Textfiguren.]

— — II. Die Doppelbildungen. 1907. [Mit 2 Tafeln und 394 Textfiguren; fast ausschließlich Wirbeltiere berücksichtigend.]*)

II. Periodische Referate.

Barfurth Dietrich, Regeneration und Involution, in Merkel-Bonnets Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, jährlich seit 1891.

Przibram Hans, Regeneration, in **Asher-Spiros** Ergebnissen der Physiologie. Wiesbaden, Bergmann, 1902. [Bisher bloß einmal erschienen.]

Schwalbes Jahresberichte, Transplantation, Regeneration und Involution von Fischel, Henneberg u. a.

(Vergleiche ferner die in der „Embryogenese“ angeführten periodischen Referate über Entwicklungsmechanik.)

III. Originalabhandlungen.

Römische Ziffern vor dem Namen des Autors beziehen sich auf das Kapitel des vorliegenden Buches, in welchem die betreffende Tierklasse behandelt wird. Römische Ziffern in den Titeln der Bücher bedeuten die Zahlen des Bandes, arabische Ziffern die Seitenzahlen. Nr. = Nummer des Heftes. tb. oder pl. = Tafel, fig. = Figur, tfig. = Textfigur. L.! bedeutet: weitere Literaturnachweise enthaltend.

[A. f. Entwm. = Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. (Leipzig, Engelmann.) J. of Exp. Z. = The Journal of Experimental Zoology. (R. G. Harrison, Editor; Baltimore U. S. A.) C. R. = Comptes rendus de l'Académie Paris.]

IV. **Abel M.**, Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge bei den limicolen Oligochaeten. Zoologischer Anzeiger. XXV. 525—530. Vorl. Mitt. zu: **1902.**

IV. — — Gleichlautend. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXIII. 1—74. 3 tb., 2 fig. **1902.**

VI. **Abildgaard P. C.**, Bemerkungen über den Bonnetschen Versuch, daß die abgeschnittenen Köpfe der Schnecken wieder hervorwachsen. Nordisches Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft. I. Stück 3. Kopenhagen. 566. **1799.**

IV. **Ackermann A.**, Regenerationsversuche an Planaria gonocephala. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. XX. 137—139. 4 fig. **1905.**

II. **Agassiz L.**, Contributions to the nat. hist. of the Un. States of America. XII. tb. XI und XI a. **(1850 ff.)**

VIII. **Albrecht P.**, Über eine in zwei Zipfel auslaufende rechtsseitige Vorderflosse bei einem Exemplare von Protopterus annectens. Sitzungsbericht der Akademie, Berlin. 341. tb. VI. **1886.**

---

*) **Schultz Eugen**, Über umkehrbare Entwicklungsprozesse; Roux' Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik IV. Leipzig, Engelmann, **1908.** [Behandelt die den Regenerationen vorangehenden Reduktionserscheinungen.]

VIII. **Albrecht P.,** Über den morphologischen Wert überzähliger Finger und Zehen. Zentralblatt für Chirurgie. Nr. 24. Beilage. **1886.**

VIII. **Alexander G.,** Zur Anatomie der janusartigen Doppelmißbildungen mit besonderer Berücksichtigung der Synotie. A. f. Entwm. VIII. 642—688. tb. XVII—XX. 7 tfig. **1898.**

II. **Allen E. J.,** Report on the Sponge-fishery of Florida and the artificial culture of Sponges. Journ. Marine Biolog. Assoc. London (2). IV. 188—194. **1895.**

II. **Altmann,** Report on reprod. Syst. in the Hydroidae. Report of brit. Assoc. f. Adv. of Sc. 351—426 (394). **1863.**

II. **Andres,** Intorno alla scissiparità delle Actinie. Mitteilungen der zoologischen Station Neapel. III. **1888.**

V. **Andrews E. A.,** Autotomy in the Crab. The Amer. Natural, XXIV. 138—142, fig. 1—2. (fig. 3 und 4, die im Text angeführt, fehlen.) **1890.**

IV. — — Bifurcated Annelids. Amer. Natural. XXVI. 725. tb. XXI. **1892.**

IV. — — Some abnormal annelids. Quaterly J. Microsc. Sc. (e). XXXVI. 435—460. tb. XXXII—XXXIV. **1894.**

V. — — An aberrant limb in the Crayfish. Biol. Bull. VI. 75—83. **1904.**

V. — — Partial Regeneration of the Sperm-Receptacle in Crayfish. Journ. exp. Zool. III. 121—128. 11 fig. **1906.**

V. **Anglas J.,** Sur l'histolyse et l'histogénese du tube digestif des Hymenoptères pendant la metamorphose. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) V. 1167. **1898.**

VIII. **Annandale N.,** The lizards of the Andamans, with the description of a new gecko and a note on the reproduced tail in Ptychozoon homocephalum. Asiatic Society of Bengal. Dec. 7. **1904.**

VI. **Appelhöf A.,** Teuthologische Beiträge 1. Über einen Fall von doppelseitiger Hektokotylisation bei Eledone cirrhosa. Bergens. Mus. Jarbog für **1892.**

VIII. **Archangelsky,** Über die Regeneration des hyalinen Knorpels. (Vorl. Mitt.) Medizin. Zentralblatt. 6. Jahrg. Nr. 42. 658. **1868.**

V. **Ariola V.,** Rigenerazione dell' oftalmopodite in due Decapodi. (Unione zool. ital.) Monit. zool. ital. XIV. 316. **1903.**

V. — — Rigenerazione naturale eteromorphica dell' oftalmopodite in Palinurus vulgaris. A. f. Entwm. XVIII. 248—252. **1904.**

VIII. **Arnold J.,** Über Teilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressive und regressive Metamorphose. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXX. 205—310. Abb. 12—16. **1887.**

VIII. **Askanazy M.,** Zur Regeneration der quergestreiften Muskulatur. Archiv für pathologische Anatomie. CXXV. 520. Abb. 11, 12. (Auch Dissertation.) **1890.**

V. **Asmuss H. M.,** Monstrositates Coleopterorum. 10 Tafeln. Riga und Dorpat. Frantzenius. 86 pp. **1835.**

VII. **„Ausland.“** Zweiköpfige Schlangen (Culuber = Zamenis constrictor, Tropidonotus serpedon = fasciatus). XXXVIII. Jahrg, 744. **1865.**

VIII. **Baccarani M.**, Über die teilweise Regeneration der Magenschleimhaut. Soc. medic. e chirurg. di Modena. **1899.**

VIII. **Backhausen**, De regeneratione lentis cristallinae. Berol. Diss. **1827.**

VIII. **Bailey W. H.**, Report on ostogenesis a reproduction of bone Trans. South. Carol. Med. Assoc. Charleston. XXVI. 52. **1874.**

II. **Baker H.**, An attempt toward a Nat. Hist. of the Polype. **1743.**

II. — — Essai sur l'histoire naturelle du Polype. Paris. 177. **1744.**

VIII. **Bakewell R. H.**, Obs. on the Growth a. Reproduction of the Red Corpuscules of th. Blood. (1 Pl.) Trans. Proc. New Zeal. Inst. V. 7. (1874.) App. p. XXXI. **1875.**
Dasselbe: Separ. Otago. Neu Z. Mills. **1874.**

I. **Balbiani E. G.**, Les organismes unicellulaires. Journ. d. Micrographie de Pelletan. V. 259. **1881.**

I. — — Recherches expér. sur la mérotomie des Infus. ciliés. Recueil zool. suisse. V. 1—72. 2 tb. **1888.**

V. — — Etudes anatomiques et histologiques sur le tube digestif des Cryptops. Arch. Zool. Expér. (2.) VIII. 1—82. tb. 1—6. **1890.**

I. — — Sur les régénérations successives du peristome. Zoologischer Anzeiger. 312, 323. **1891.**

I. — — Sur la formation des monstres doubles chez les infusoires. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. XXVII. 169. tb. X. XI. **1891.**

I. — — Nouvelles rech. expér. s. l. mérot. d. Infus. cil. Ier p. Annales de Microgr. IV. 369—407. 449—489. (tfig.) **1892.**

I. — — 2me p. Annales de Microgr. V. 1—25. 49—84, 113—137. (tfig.) **1893.**

I. — — s. l. struct. et l. divis. du noyau. Ann. de Microgr. VII. 241—260, 289—310. pl. 2. **1895.**

I. **Balkwill & Wright**, Trans. R. Irish. Acad. XXVIII. 317. pl. XIV. **1885.**

V. **Banks J.** (zitiert nach Tornier 1901). Ann. Mag. IV. 430. **1829.**

VIII. **Baquis**, Beiträge von Ziegler. VI. **1888.**

IV. **Barbagello P.**, Sopra un caso di Taenia solium mummificata rigeneratasi. Catania. Abb. **1896.**

IV. **Bardeen Ch. R.**, Essential Factors in the Regeneration of Planaria maculata. Biol. Bull. II. 351—352. **1901.**

IV. — — (Dasselbe ausführlich.) Amer. Journ. of Physiology. V. p. 1. **1901.**

IV. — — Embryogenic and Regenerative Development in Planarians. Biol. Bull. III. 262—288. 12 fig. **1902.**

IV. — — Factors in Heteromorphosis in Planarians. A. f. Entwm. XVI. 1—20. 18. fig. **1903.**

IV. — — and **Baetjer F. H.**, The inhibitive action of the Röntgen Rays on Regeneration in Planarians. J. Exp. Zool. I. 1916—196. **1904.**

VI. **Barfurth D.**, Vergleichende histo-chemische Untersuchungen über das Glycogen. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXV. 2. 759. Abb. 15—18. **1885.**

VIII. — — Die Rückbildung des Froschlarvenschwanzes und der sogenannten Sarcoplasten. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXIX. 35. Abb. 1—2. **1887.**

VIII. **Barfurth D.**, Die Regeneration des Amphibienschwanzes. (Vorl. Mitt.) Anatomischer Anzeiger. 3. Jahrgang. 324. 2 fig. **1888.**

VIII. — — Versuche zur funktionellen Anpassung. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXVII. 392—405. tb. XXI. **1891.**

VIII. — — Zur Regeneration der Gewebe. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXVII. 406—491. Abb. 22—24. **1891.**

VIII. — — Zur Entwicklung und Regeneration der Chorda dorsalis. Anatomischer Anzeiger. 6. Jahrgang. 104. (Teil des vorigen.) **1891.**

VIII. — — Halbbildung oder Ganzbildung von halber Größe? Anatomischer Anzeiger. 8. Jahrgang. 493—497. **1893.**

VIII. — — Die experimentelle Regeneration überschüssiger Gliedmaßenteile (Polydaktylie) bei den Amphibien. A. f. Entwm. I. 92—115. tb. V. **1895.**

VIII. — — Sind die Extremitäten der Frösche regenerationsfähig? A. f. Entwm. I. 117—123. tb. VI. **1895.**

VIII. — — Die experimentelle Herstellung der Cauda bifida bei den Amphibien. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft. 12. Vers. **1898.**

VIII. — — Ein Triton mit einer überschüssigen fünfzehigen Vordergliedmaße. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft. **1899.**

VIII. — — Die experimentelle Herstellung der *Cauda* bifida bei Amphibienlarven. A. f. Entwm. IX. 1—26. tb. I—III. + 30 tfig. **1899/1900.**

VIII. — — Die Larve von Petromyzon Planeri mit drei Schwanzspitzen. A. f. Entwm. IX. 27—31. tb. III + fig. 31—33. **1900.**

VIII. — — und **Dragendorff O.**, Versuche über Regeneration des Auges und der Linse beim Hühnerembryo. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft. Halle. **1902.**

V. **Barradaile L. A.**, On a Cancer pagurus with supernumerary chelae. Journ. Mar. Z. Micr. II. tb. 8. 99—100. **1897.**

V. — — On some Crustaceans from the South Pacific Part. II. Macrura Anomala. Proceed. Zool. Soc. London. 457—468. tb. XXXVI. fig. 1 a—b. **1898.**

VI. **Barrois Th.**, Sur une curieuse difformité de certaines coquilles d'Unionidées. Revue Biol. Lille. 4 anné. 235. 2 tfig. **1892.**

VIII. **Barth L.**, Über die Regeneration des hyalinen Knorpels. Medizinisches Zentralblatt. 7. Jahrgang. 625. **1869.**

VIII. **Bartsch**, Sturnus vulgaris mit difformem Schnabel. (Revue d.) Term. Füzetek. I. 118. tb. VI. fig. 4. **1877.**

VIII. **Bassi R.**, Di una Rana commune con an arto sopranumerario (c. 1 tb.) Il Medico veterin. 4. Ser. 120. **1874.**

V. **Bate C. Spence**, Report of the Committe appointed to explore the Marine Fauna and Flora of the South Coast of Devon and Cornwall. Nr. 2. Brit. Ass. Rep. 283. (Auch 1867.) **1868.**

V. — — On th. present State of our Knowledge of the Crustacea pl. III. Brit. Ass. Rep. **1877.**

V. **Bateson W.**, Proceedings of Zool. Soc. 580. fig. 1. **1890.**

VIII. **Baudelot F.**, Observations d'un phénomène comparable à la mue chez les poissons. Ann. Sc. nat. Sér. Zool. T. VII. p. 339. **1867.**

VIII. — — Compt. Rend. LXV. 247. **1867.**

VIII. **Baudelot F.**, Bull. hebd. Ass. sc. d. Fr. II. 161. **1867.**

IV. — — De la régénération de l'extremité céphalique chez le Lombric terrestre. Bull. de la Soc. des sc. nat. de Strassbourg. Nr. 4. 54—57. **1869.**

V. **Baudouin M.**, Autotomie et repousse des princes chez le Gelasimus tangeri Eyd., Bull. Mus. Hist. nat. Paris. 341—342. **1903.**

V. — — Le Gelasimus tangeri, crustacé d'Andalusie. Moeurs et chasse, utilisation des phénomènes de l'autotomie et de le régénération des princes. Ann. Sc. nat. Zool. (9.) III. 1—33. 9 fig. (Eigentlich 1889 stammend; 1903 redig. auf Verlangen Bouviers.) **1906.**

III. **Baur A.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Nov. Acta Leop. Car. Akad. Deutscher Naturforscher. XXXI. Nr. 1 (I.) 11. **1864.**

VIII. **Bauer A.**, Recherches sur quelques-unes des conditions qui règlent la Régénération des Membres amputés chez le tetard de Grenouille (siège et nombre des amputations, âge des animaux et plus particuliérement époque de leur naissance). Journ. Anat. et Physiol. Paris. XLI. 288—299. 2 fig. **1905.**

VIII. **Bayer K.**, Über Regeneration und Neubildung der Lymphdrüsen. Zeitschrift für Heilkunde. Prag. VI. 105—130. tb. VI—IX. **1885.**

V. **Beckmann**, Physikalisch-ökonomische Bibliothek. III. 20. (Zitiert nach Tornier.) **1901.**

IV. **Bell F. J.**, Notice of two Lumbrici with bifid Hinder Ends. Ann. Mg. N. H. (5.) XVI. 475—477. fig. **1885.**

IV. — — On Bipalium Kewense. Proc. R. Micr. S. (meet. Oct. 13th. 1886). J. R. M. S. (2.) VI. 1107—1108. **1886.**

IV. — — [On Nereis pelagica.] Proc. Zool. Soc. Lond. 3. **1887.**

III. **Bell Jeffrey**, Exhibition of and Remarks upon a Starfish with injured Limbs which had undergone repair. Proc. Zool. Soc. London. I. 238. **1902.**

VIII. — — Some experiments on the Development and Regeneration of the Eye and nasal organ in Frog-Embryos. A. f. Entwm. XXIII. 457—478. tb. XIV—XX. **1907.**

VIII. **Benda C.**, Über den Bau der blutbildenden Organe und die Regeneration der Blutelemente bei Menschen. Archiv für anatomische Physiologie. Physiologische Abteilung. 347. **1896.**

IV. **Beneden van**, Observations relatives à la Reproduction de diverses zoophytes etc. C. R. XLIX. 452—453. **1859.**

IV. **Benharm W. Bl.**, Fission in Nemertines. Qu. J. Mcr. Soc. (2.) XXXIX. 19—31. tb. 2, 3. **1897.**

VIII. **Bergendal D.**, Über eine dritte vordere Extremität eines braunen Frosches. Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl. XIV. Afd. 4. Nr. 8. 2 tb. **1874.**

IV. — — Studien über Turbellarien. 1. Über die Vermehrung durch Querteilung des Bipalium Kewense. Svenska Vet. Akad. Handl. XXV. Nr. 4. Abb. **1892.**

V. **Bergendal G.**, Neue Beobachtungen über die Formvariation der ersten abdominalen Anhänge bei Krebsweibchen. Svenska Akad. Handl. XV. A. f. d. Nr. 5. 2 fig. **1889.**

VIII. **Bergh R. S.,** Videnskab. Meddel. fra den naturhist. Forening i. Kjobenhavn. 219—220. **1888.**

IV. — — Zur Kenntnis der Landplanarien. Zoologischer Anzeiger. X. 218—224. **1887.**

VIII. — — Über den Begriff der Heteromorphose. A. f. Entwm. III. 660—661. **1896.**

V. **Berniz M. B.,** Chela Astaci marini monstrosa (Obs. C.) et chela Astaci marini monstrosa alia (Obs. C 1.): Miscellanea curiosa medicophysica Acad. Nat. Car. sive Ephemeridum medico-physicarum germanicarum curiosarum. Annus secundus. 44. **1671.**

VIII. **Bert P.,** Reproduction de l'extrémite caudale culevée chez les poissons osseux. Compt. rend. Mem. Soc. d. Biol. Paris. (3.) V. (1863). C. R. 100—101. **1864.**

V. **Bertkau Ph.,** Über Begattungszeichen bei Spinnen. Verhandlungen des naturhistorischen Vereines Bonn. 51. Jahrgang. Sitzungsbericht der Berliner naturhistorischen Sektion. 7. **1894.**

V. **Bethe A. A.,** Carcinus with a right-handeld walking leg on the left side of the abdomen. Journ. Mar. Biol. Ass. London. (2.) IV. 144. Vorläufige Mitteilung zu:

V. — — Ein Carcinus Maenas (Taschenkrebs) mit einem rechten Schreitbein an der linken Seite des Abdomens. Ein Beitrag zur Vererbungstheorie. A. f. Entwm. III. 301—316. tb. XVIII. **1896.**

VIII. **Bethe A.,** Neue Versuche über die Regeneration der Nervenfasern. Pflügers Archiv für gesamte Physiologie. CXVI. 385—478. tb. XII—XVIII. **1907.**

V. **Biberhofer R.,** Über Regeneration des dritten Maxillipedes beim Flußkrebs (Astacus fluviatilis). A. f. Entwm. XIX. 135—137. 5 fig. **1905.**

VII. — — Über Regeneration bei Amphioxus. lanceolatus. A. f. Entwm. XXII. 15—17. 2 fig. **1906.**

II. **Bickford E. E.,** Notes on Regen. and Heterom. of Tubular. Hydroids. Journ. Morphology. IX. 417. 430. tb. XXVII. **1894.**

II. **Bidder G.,** Note on Projects f. th. Improvement of Sponge-fisheries. Journ. Mar. Biol. Ass. London. (2.) IV. 195—202. **1896.**

VI. **Biedermann W.,** Untersuchungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen. Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft. XXXVI. 1—164. tb. I—VI. **1901.**

VIII. **Biesiadecki A.,** Sitzungsbericht der Wiener Akademie. LVI. II. 225. **1867.**

VIII. — — Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften Math.-naturwissenschaftliche Klasse. LXI. 2. Abteilung. 441. **1870.**
Untersuchung über Blasenbildung und Epithelregeneration an der Schleimhaut des Frosches. Untersuchungen des pathologisch-anatomischen Institutes in Krakau. 60. (Wien **1872.**)
Übersetzung des Polnischen: „Badania etc." Rocznik. ces. król. Towarz. nauk. Kraków. XIX. 124. **1871.**

II. **Billard A.,** Contribution a l'étude des Hydroides. Ann. Sc. Nat. vol. XX. (83.) **1904.**

II. — — Regeneration de l'Obelia dichotoma. C. R. Soc. Biol. Paris. LVII. 1048—1049. **1905.**

VIII. **Bischoff C. W.,** Histologische Untersuchungen über den Einfluß des Schneidens der Haare auf ihr Wachstum. Archiv für mikroskopische Anatomie. LI. 691. **1898.**

VIII. **Bizzozero G.,** Über die Regeneration der Elemente der schlauchförmigen Drüsen und des Epithels des Magendarmkanales. Anatomischer Anzeiger. 3. Jahrgang. 781. **1888.**

V. **Blackwall J.,** Report on some Researches into the Structure, Functions and Oeconomy of the Araneidea made in Great Britain. Brit. Assoc. Report. 14th. meetg. 62. 79. **1845.**

VIII. **Blanc L.,** Sur les Monstres mélomèles. Annales de la Société Linnéenne de Lyon. XXXVII. fig. **1891.**

VIII. — — Etude sur la polydactylie chez les Mammif. Ann. Soc. Linn. Lyon. (2.) XL. 53. 29 fig. **1893.**

VIII. **Blanchard R.,** Anomalies des nageoires chez le Protoptère. Bull. Soc. Z. Françe. XIX. 54. 2 fig. **1894.**

VI. — — Sur un Taenia saginata bifurqué. Mem. Soc. Z. Françe. VIII. 232. 9 fig. **1895.**

VI. **Bloomer H. H.,** Journal of malacology VII. 136—138. pl. VII und 2 tfig. **(1898—)1900.**

VIII. **Blumenbach,** Specimen Physiolog. comparativae inter animantia calidi et frigidi sanguinis. VIII. 95. **1787.**

VIII. **Boas J. E.,** Bidrag til Opfattelsen of Polydactili hos Pattedyrene in: Vidensk. Meddel. Nat. Foren. Kjobnhavn. I. **1883.**

VIII. **Boccardi G.,** Ricerche sugli intesti epitheliali. Med. contempor. Napoli. III. 169. **1886.**

VIII. **Boccardi G.,** Nuove ricerche sul processi rigenerativi nell'intestino. Rend. Acad. Napoli. Anno 27. 134. **1886.**

IV. **Bock M.,** Über die Knospung von Chaetogaster diaphanus. Jenaische Naturwissenschaftliche Zeitschrift. XXXI. 105—152. Abb. 6—8. **1898.**

V. **Bodier,** Sur la reproduction des Pattes des Crabes. Obs. sur la phys. etc. de Rozier. XI. 33. **1778.**

VIII. **Bogoslavskoy G.,** Über Regeneration der terminalen Hornhautnerven. Archiv für pathologische Anatomie. (6. F. V.) 359. **1875.**

IV, V. **Bonnet C.,** Considerations sur les corps organisés. Amsterdam. **1762.**

III. — — Contemplations de la nature. **1764.**

VI. — — Observations sur la physique de Rozier. X. 165—179. Paris. **1777.**

VIII. — — Memoire sur la reproduction des membres de la Salamandre aquatique. Observations sur la physique etc. par Rozier, Paris. I. Mém. X. **1777.**
II. Mém. XIII. **1779.**

IV. — — Traité d'Insectologie on observations sur quelques espèces de Vers d'eau donce qui, coupés en morceaux deviennent autant d'Animaux complets: Oeuores d'hist. nat. et de Philos. de Charles Bonnet. 1. Neuchatel. **1779.**

VI, VIII. — — Collection complète des oeuvres. V. part. I. Neuchatel. 246—283. 356. **1781.**

II. — — Considerations s. l. corps organisés. Amsterdam. II. vol. (I. Auflage. 1776) art. 256—276. **1842.**

VII. **Bonnevie K.**, On Gemmation in Distaplia magnilarva and Cyrosoma elegans. Norske Nordhavs Exped. 23 fasc. Nr. 4. tb. 6—8. **1896.**

V. **Bordage E.**, Phénomènes *d'autonomie* observés chez les nymphes de Monandroptera in uncans et Rhapiderus scabrosus. C. R. T. 124. 210. 378. **1897.**

V. — — Dasselbe: Ph. of Autotomy obs. in th. Nymphs of i. M. and Rh. sc. Mg. Ann. N. H. (6.) XX. 473—475. **1897.**

V. — — Phénom. d'autotomie obs. chez les *Phasmides* appartement aux genres Monandroptera Rhaphiderus. C. R. 124. 378. **1897.**

V. — — Dasselbe: Phenomena of Autotomy in Phasmidae belonging to the genera Monandroptera et Rhaphiderus. Ann. Mg. N. H. (6.) XX. 476—478. **1897.**

V. — — Sur le régéneration tetramerique du *tarse* des Phasmides. C. R. T. 124. 1536. **1897.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. N. H. 6 (XX.) 507—510. On the Tetrameric. Regener of the Tarsus in Phasmidae. **1897.**

VIII. — — Cas de régénération du *bec* des Oiseaux expliqué par la loi de Lessona. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) V. 733—735. **1898.**

V. — — Régénération chez les Phasmides. Ann. Sc. Ent. France. LXVII. 87—91. **1898.**

V. — — Sur les *localisations* des surfaces de régén. chez les Phasmides. C. R. Soc. Biol. P. (10.) T. 5. 837—839. (30. Juli.) **1898.**

V. — — Régénération chez les Phasmides après *résections* experimentales. Annales Soc. entom. France. LXVII. 87. **1898.**

V. — — Sur le mode probable de formation de la *soudure* fernero-trochanterique chez l. Arthrop. C. R. Soc. Biol. 839—842. **1898.**

V. — — Etude de la Régénération chez les *Crustacés* décapodes. Bull. Mus. Hist. nat. Paris. **1899.**

V. — — Dasselbe. Ann. Mg. N. H. (7.) III. 117—119. **1899.**

V. — — Sur un mode particulier de *protection* des append. e. v. d. rég. apr. s. a. ch. l. J. C. R. T. 129. 501—504. **1899.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. N. H. (7.) III. 158—162. **1899.**

V. — — Régénération des membres chez les Mantides et constance de la *tetramerie* etc. C. R. T. 128. 1593—1596. **1899.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. N. H. (7.) IV. 115—118. **1899.**

V. — — Sur le mode de croissance en *spirale* des appendices en voie de régénération chez les Arthropodes. C. R. T. 129. 455—457. **1899.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. N. H. (7.) V. 314—316.

V. — — Sur l'absence de régén. des membres *postérieurs* chez les Orthoptères sauteurs et ses causes probables. C. R. T. 129. 120—122. **1899.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. N. H. (7.) V. 234—236. **1900.**

V. — — Régénération tarsienne et régén. de membres des deux paires *antérièurs* chez les Orthoptères sauteurs. C. R. T. 129. 169—171. Ann. Mg. N. H. (7.) V. 237—239. **1899.**

V. — — Contribution à l'étude de la regeneration des appendices chez les Arthropodes. Bull. Soc. entom. France. 304—307. **1901.**

V. — — Recherches anatomiques et biologiques sur l'Autotomie et Régénération chez divers Arthropodes. Bul. Scient. France Belgique. XXXIX. 307—454. 1 pl. 22 fig. **1905.**

V. **Bordage E.**, Dasselbe: Thèses Fac. Sciences Paris. Serie A. Nr. 494. Nr. d'ordre. 1207. Lille Danel. **1905.**

II. **Boring A. M.**, Closure of Longitudinally Split Tubularian Stems. Biol. Bulletin. VII. 154—159. 9 fig. **1904.**

IV. **Borelli**, Osservazioni sulla Planaria alpina Dana. Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia compar. d. R. Univ. di Torino. VIII. 8. **1893.**

VIII. **Born G.**, Die künstliche Vereinigung lebender Teilstücke von Amphibienlarven. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Medizinische Sektion. 8. Juni. **1894.**

VIII. — — Über die Ergebnisse der mit Amphibienlarven angestellten Verwachsungsversuche (mit Demonstrationen). Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft Basel. 17—20. April. **1895.**

VIII. — — Über Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. A. f. Entwm. IV. 349—465. tb. XVI—XXII. (Schluß.) 517—623. tb. XXIII bis XXVI. **1896—1897.**

VIII. **Borst M.**, Neue Experimente zur Frage nach der Regenerationsfähigkeit des Gehirnes. Zieglers Beiträge. XXXVI. 1—87. tb. I—IV. **1904.**

IV. **Bosc**, Histoire naturelle des vers. T. I. Paris. an. X. 128, 215 (zitiert nach Clarapède 1868).

VIII. — — Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle. XVII. (Lézard.) **1817.**

VIII. **Bossi L. M.**, Sur la reproduction de la muqueuse de l'utérus. Arch. Ital. Biol. XVI. 165. **1892.**

VIII. **Botezat E.**, Untersuchungen über die Hyperplasie an Rehegeweihen mit Berücksichtigung der übrigen Cerviden. A. f. Entwm. XVIII. 593—607. **1904.**

IV. **Bott A.**, Über e. d. Knospung s. vermehr. Cysticercus a. d. Maulwurf. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 115—140. tb. VI und VII. **1898.**

VIII. **Bouillot J.**, Sur l'épithelium sécréteur du rein des Batraciens. C. R. XCVII. 916. **1883.**

VIII. — — Sur l'épithelium sécréteur du rein des Batraciens. C. R. Soc. Biol. Paris. (8.) III. 325. **1886.**

VIII. **Boulenger G. A.**, On the scaling of the reproduced tail in Lizards. Proc. Zool. Soc. Lond. 351. 2 fig. **1888.**

VIII. — — Renewed left pectoral limb of a Protopterus annectens. Proc. Zool. Soc. Lond. 147. **1891.**

V. **Bouquet**, Revue zoolog. soc. Cuviérenne. 255. **1840.**

V. **Bourlet L' Abbé**, Memoires sur les Podures, Mém. de la Soc. Roy des Sci. Lille. **1839.**

V. — — Trans. de la Soc. d'Agric. du Nord, Douai. **1841—1842.**

IV. **Bourne A. G.**, Contributions to the Anatomy of th. Hirudinea Qu. J. M. Sc. (2.) XXIV. 419—506. tb. XXIV—XXXIV. **1884.**

IV. — — Notes on the naidiform Oligochaeta.... and remarks upon cephalization a. gemmation. Qu. J. M. Soc. (2.) XXXII. 335—336. Abb. 26—27. **1891.**

VIII. **Bozzi E.**, Untersuchungen über die Schilddrüse. Histol., Secr., Reg., Beiträge Path. Anat. Ziegler. XVIII. 125—147. 12 Abs. **1895.**

VIII. **Brachet A.** und **Benoit F.** Sur la régénération du cristallin chez les amphibiens urodèles. Bibliogr. anatomique. **1899.**

V. **Brady G.**, On the Variations of certain Crustacea in relat. to the Theor. of orig. of spec. Intellect. Observer X. 327. **1876.**

I. **Brady H. B.**, The voyage of H. M. S. Challenger. Rep. on the Foraminifera. Zool. IX. 220. pl. XVI, XVII. **1883.**

II. **Braem F.**, Knospung bei mehrschichtigen Tieren. Biologisches Zentralblatt. Band XIV. 140—161. tfig. **1894.**

IV. — — Zur Entwicklungsgeschichte von Ophryotrocha puerilis. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LVII. 187. tb. X und XI. (213.) **1894.**

V. **Branca Alb.**, Recherches sur la cicatrisation épithéliale. Epithéliums parimenteux stratifiés. Journ. Anat. Physiol. Paris XXXV. 257—310. 4 pl., 7 fig. **1899.**

V. — — Epitheliums cylindriques stratifiés. eb. 764—807. 1 tb., 3 fig. **1899.**

V. **Brandes G.**, Germinogemie, eine neue Art ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Zeitschrift für Naturwissenschaft. Leipzig. LXX. 420. (vgl. Marshal.)

I. **Brandt K.**, Über Actinosphaerium. Eichhornii. Dissertation. Halle. **1877.**

I. **Brauer A.**, Bursaria truncatella. Jenaische Zeitschrift. XIX. (N. F. 12.) 517. tb. VI. **1885.**

V. **Braun M.**, Über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus fluv. Arb. zool.-zoot. Inst. Würzburg. II. **1875.**

VI. — — Notiz über die Zahl der vor der Begattung verbrauchten Liebespfeile. Nachrichtenblatt der Malakozoologischen Gesellschaft. 19. Jahrgang. 102. **1887.**

VIII. — — Notiz über Zwillingsbildungen bei Wirbeltieren. (1 tb.). Verhandlungen der physikalisch-mathematischen Gesellschaft Würzburg. N. F. X. 67. **1877.**

VIII. — — Zur Bedeutung der Cuticularborsten auf den Haftlappen der Geckoniden. Arbeiten aus dem zoologischen Institute Würzburg. IV. 231 ff. tb. XI. **1889.**

IV. — — Würmer (Vermes) Bronns. Klasse und Ordnung IV. Lieferung 56—58. 1535. Abb. 59. (Cestoden: Entw., Mißbild.) **1898.**

VIII. **Braus H.**, Demonstration überzähliger Extremitäten an einer lebenden in Metamorphose befindlichen Unkenlarve. Münchner medizinische Wochenschrift. 1626. **1904.**

VIII. — — Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entwicklung peripherer Nerven. Anatomischer Anzeiger. XXVI. 433—479. 15 fig. **1905.**

VIII. **Brindley H. H.**, On a Specimen of Hemidactylus gleadovii Murray, with a bifid renewed tail. Journal of the Bombay Natural Hist. Soc. IX. Nr. 1. 1—4. tb. A—B. Sept. **1894.**

V. — — On the Regeneration of the Legs in the Blattidae Proc. Zool. Soc. of London. 903—916. **1897.**

V. — — On certain Characters of Reproduced Appendages in Arthropoda. particularly in the Blattidae. Proc. Zool. Sc. of London. 924—958. pl. LVIII. **1898.**

VIII. — — Some cases of caudal abnormality in Mabuja carinata and other *lizards*. XI. Nr. 4. 680—689. 1 tb. Jul. **1898.**

VIII. **Brindley H. H.,** Note on some abnormalities of the limbs and tail of Dipnoan fishes. Procedings of the Cambridge Philosophical Society. X. part. VI. 7. Mai. 325—327. pl. XVI. **1900.**

V. — — Regeneration in Samia ailanthus. Proceed. Cambridge philos. Soc. XI. 458—462. **1902.**

VIII. **Briot A.,** Cas de polydactylie chez un Cheval. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) V. 460. 3 fig. **1898.**

V. **Brisout de Barneville,** Ann. de la Soc. Entom. (2.) VI. Bull. XIX—XXI. **1848.**

VI. **Brock J.,** Indische Cephalopoden. Zoologisches Jahrbuch. II. 591—614. Abb. 16. **1887.**

V. **Brook G.,** Notes on te Reproduction of last parts in the lobster (Homarus vulgaris). Proc. R. Physic. Soc. Edinburgh. XVI. session. IX. 370. pl. 17. fig. 1—5. **1887.**

III. **Brooks W. K.,** Handbook of invertebrate Zoology. **1882.**

VII. — — a. **Lefevre,** Budding in Perophora. J. Hopk. Univ. Circ. XV. 79—81. **1896.**

VII. — — Ann. Mg. N. H. (6). XVIII. 136. **1896.**

IV. **Broom R.,** Abnormal Earthworm, Trans. N. H. Soc. Glasgow. 203. ref. Journ. R. Micr. Soc. Lond. 387. **1889.**

VI. **Brot A.,** Diverses anomalies obs. chez certaines Mollusques de la Suisse. Ann. Soc. malac. de Belgique. XVI. Bull. XLII. **1877.**

VIII. **Broussonet M.,** Observations sur la régénération des Poissons. Histoire Acad. Roy. Sciences. **1786.**

IV. **Brown A.,** Fragmentation in Lineus gesserensis (Abstract.) Proc. R. Soc. Lond. LXI. 28. **1897.**

VIII. **Bruch C.,** Regeneration durchschnittener Nerven. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. VI. (1. Heft.) 135. tfig. V. Bei vollständigem Zusammenwachsen d. nerv. ischiat. der Katze. **1855.**

VIII. — — Über Mißbildungen der Chorda dorsalis, Ebenda. V. 1—35. tb. I—XI. **1864.**

VIII. — — Doppelbildungen. Würzburger Medizinische Zeitschrift. VII. 257. **1868.**

VIII. — — Dreifachbildungen. 1. tb. Jenaische Zeitschrift. VII. 142. **1873.**

VIII. — — Über die Entstehung der Doppelbildungen. Würzburger Medizinische Zeitschrift. VII. 257. **1886.**

V. **Brues Ch. T.,** The internal factors of Regeneration in Alpheus. Biol. Bull. VI. 319—320. **1904.**

IV. **Brunotte C.,** Recherches anatom. sur une esp. d. genre Branchiomma. Travaux Stat. Z. Cette. 2 Abb. **1888.**

IV. **Buchanan Fl.,** Peculiarities in the segmentation of certain Polychaetes. Qu. J. M. Sc. XXXIV. 529—544. pl. XLII. **1893.**

VIII. **Buguet A.,** Regenerations osseuses suivies à l'aide de la radiographie. C. R. 129. 17—175. (Urodelen- und Eidechsenschwanz.) **1899.**

IV. **Bülow C.,** Über Teilungs- und Regenerationsvorgänge bei Würmern. (Lumbriculus variegatus.) Archiv für Naturgeschichte. 49. Jahrgang. I. 1. **1883.**

IV. **Bülow C.**, Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von Lumbriculus varieg. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXXIX. 64. tb. V. **1883.**

IV. — — Über anscheinend freiwillige und künstliche Teilung mit nachfolgender Regeneration bei Coelenteraten, Echinodermen und Würmern. Biologisches Zentralblatt. III. 14—20. **1883—1884.**

VIII. **Büngner O. v.**, Über den Degenerations- und Regenerationsvorgang an Nerven nach Verletzungen. Beiträge Path. Anat. Ziegler. X. 321. tb. 16—17. **1891.**

IV. **Bürger O.**, Nemertini (Schnurwürmer). Bronns Klassen und Ordnungen. IV. Supplement. 386. **1897.**

I. **Bütschli O.**, Protozoa (Bronns Kl. u. Ordn. usw.) Seiten 1325, 1778. **1889.**

VI. **Bunker R.**, Can snails mend their shells? Amer. Natural. XIV. 522. **1880.**

VIII. **Burckhardt R.**, Doppelanlage des Primitivstreifens bei einem Hühnerei. Arch. Anat. Phys. Anatomische Abteilung. 413. fig. **1888.**

V. **Burmeister**, Manual of Entomology bei Shuckard. 427. Handbuch der Entomologie. I. 401—402. **1832.**

VIII. **Burnett**, Über Ophisaurus ventralis. Proc. Boston. Soc. IV. 229. **1853.**

VIII. — — Daselbst: 309. **1854.**

VIII. **Busachi T.**, Über Regeneration der glatten Muskeln. Zentralblatt für medizinische Wissenschaft. 25. Jahrgang. 113. **1887.**

VIII. — — Sulla reproduzione del tessuto muscolare liscio Atti Acad. Med. Torino. vol. XXIII. 177, 201, 244. **1888.**

II. **Busch**, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger wirbelloser Seetiere. 27. tb. VI. fig. 3—5. **1851.**

VIII. **Busch F.**, Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. VI. 2. Abt. 150. **1877.**

VIII. — — Über den Wert der Krappfütterung als Methode zur Erkennung der Ausbildung neuer Knochensubstanz. Archiv für klinische Chirurgie. XXII. 328. **1878.**

VIII. **Bush**, Rusts Magazin für die gesamte Heilkunde. XLV. **1836.**

VIII. **Byrnes E. F.**, On the Regeneration of Limbs in Frogs after the exstirpation of Limb-Rudiments. Anatomischer Anzeiger. XV. 104—107. 3 fig. **1897.**

VIII. — — On the Skeleton of Regenerated Anterior Limbs in the Frog. Biol. Bull. VII. Nr. 3. 166—169. (Aug.) **1904.**

VIII. — — Regeneration of the anterior Limbs in the Tadpoles of Frogs. A. f. Entwm. XVIII. 171—177. pl. X. + 8 tfig. **1904.**

IV. — — The Regeneration of Double Tentacles in the Head of Nereis dumerilii. A. f. Entwm. XXI. 126—129. 6 fig. **1906.**

VIII. **Cadiat O.**, Cristallin. Anatomie et développement; usages et régénération. Thése, Paris. **1876.**

VI. **Caillaud F.**, Des monstronosités chez divers. Mollusques. F. d. Conchyl. VII. (2 Ser. III.) 226. **1858.**

VI. — — Dasselbe: Ann. Soc. acad. Nantes. III. 1. 228. **1860.**

VI. — — Addition à la Note etc. Journ. d. Conch. VII. (2 Ser. III.) 309. **1858.**

V. **Calman W. F.**, On a Lobster with symmetrical Claws. Proc. Zool. Soc. London. 633—634. **1906.**

VIII. **Canalis P.**, Contribution à l'étude du developpement et de la pathologie d. capsules. surrénales. Internationale Monatschrift für Anat. Phys. IV. 312. t. 13. **1887.**

V. **Cantoni E.**, Caso di Polichiria in um Astacus fluviatilis. Rend. R. Istit. Lomb. (2.) XVI. Dasselbe: Bul. Soc. Ent.Ital. Anno 15. 199. **1883.**

VIII. **Caporaso** vgl. Borst! **1889.**

IV. **Carena**, Monographie du genre Hirudo. Mem. della R. Accad. delle Scienze di Torino. XXV. 313. **1820.**

V. **Carl J.**, Notice descriptive des collemboles. La feuille des jennes naturalistes. III. 29. 95. **1899.**

VI. **Carlgren O.**, Studien über normale Actinien. Svenska Akad. Handl. N. F. XXV. Nr. 10 148. 30 tfig. **1892.**

II. — — Studien über Regenerations- und Regulationserscheinungen. Svenska Akad. Handl. N. F. XXXVII. Nr. 8. 84. 22 fig. 10 Tab. **1904.**

IV. — — Zur Regeneration von Prostoma Duj. (Tetrastemma Ehr.) Zoologische Studien Tullberg. 271—282. 11 fig. **1907.**

V. **Carnoy F. B.**, La cytodiérèse chez les Arthropodes (La Cellule I. 191. **1885.**

III. **Carpenter W. B.**, Report on the Microscopic Structure of Shells. Brit. Ass. § 115. fig. 65 dd, ee. **1847.**

III. **Carpenter**, Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon. Pt. I. Philos. Transact. Royal Soc. London. CLVI. **1866.**

III. — — On the reparation of the spines of Echinida. The Monthly. Microspical Journal. III. 225—228. pl. XLIX. May 1. **1870.**

III. — — Proc. Royal Soc. Lond. XXIV. 215. **1875.**

I. — — Report on the specimens of the genus Orbitolites. Challenger. Zool. VII. 19. 37. tb. I. VIII. **1883.**

III. **Carpenter P. H.**, Report upon the Crinoidea collected during the Voyage of Challenger. Zool. XI. 255. **1884.**

VI. **Carriere J.**, Über Regeneration bei Landpulmonaten. Tageblätter der 52. Versammlung d. Naturforscher. 225. **1879.**

VI. — — Dassselbe: (Naturforscherverein.) Zoologischer Jahresbericht. II. 836. **1879.**

VI. — — Studien über Regenerationserscheinungen bei Wirbellosen. 1. Die Regeneration bei Pulmonaten. Abb. Würzburg. 1880.

IV. — — Die Augen von Planaria polychroa und Pol cellis nigra. Archiv für mikroskopische Anatomie. XX. 166—174. tb. IX. **1881.**

VI. — — Die Sehorgane der Tiere vergleichend anatomisch dargestellt. (Murex ennaces auf einem Tentakel zwei wohl entwickelte Augen.) Zoologischer Jahresbericht. III. 6. **1885.**

VIII. **Cartier O.**, Über den Häutungsprozeß der Reptilien. Verhandlungen der medizisch-physikalischen Gesellschaft Würzburg. N. F. VI. **1874.**

V. **Castelli G.**, Arancili monstruosi. Bull. Soc. Veneto Trent. Padova. V. 117—123. 5 fig. **1899.**

VIII. **Cattani G.**, Sulla degenerazione e neoformazione delle fibre midollari periferiche. Mem. Accad. Bologna (4). VI. 743. 2 Abb. **1886.**

VII. **Caullery M.**, Sur le bourgeonnement des Diplosomides et des Didemnidae. C. R. des séances d. l'Acad. Paris. **1894.**

VII. — — Sur l'interpretation morphologique de la *larve double* dans les Ascidies composées du genre Diplosoma. C. R. Tome. CXXI. 776. 3 fig. **1895.**

VII. — — Contributions à l'etude des Ascidiens *composées*. Bull. Sc. France Belg. XXVII. 1. tb. 1—7. (Reg.) **1895.**

IV. — — et **F. Mesnil.** Sur un cas de ramification chez une Annélide (Dodecaceria concharum). Zoologischer Anzeiger. XX. 438—440. 2 fig. **1897.**

VIII. **Cavanna G.**, Description de quelques Batraciens anoures polymèles et considérations sur la polymélie. (Extr.) Journ. de Zool. VI. 417 aus: **1877.**

VIII. — — Descrizione di alcuni batrai anuri polimeliani e considerazioni intorno alla polimelia. Pubbl. R. Ist. Stud. super. Firenze. Sezione di Scienze fis. e matem. 21. 1 tb. **1877.**

II. **Cavolini F.**, Memorie per servir alla Storia dei Polypi marini Napoli. **1785.**

II. — — Deutsch von Sprengel. **1813.**

VIII. **Cecchini S.**, Sulla riproduzione sperimentale della milza nei polli, cani, conigli e rane. Communicat. prevent. Rassegna. Sc. Med. Anno 1, Nr. 5. **1886.**

VIII. **Centanni E.**, Ricerche intorno alla reazione e alla rigenerazione sperimentale degli epitelii di rivestimentore ghiandolari dello stomaco. Gazz. Ospitali. Anno 7. Nr. 48. **1886.**

VIII. **Ceresole G.**, De la régénération de la rate chez le Lapin. Beiträge zur Path. Anatomie. Ziegler XVII. 602—626. **1895**

II. **Cerfontaine P.**, Recherches expérimentales sur la régénération et l'Heteromorphose chez Astroides calcyularis et Pennaria Cavolinii. Arch. biol. XIX. 245—315. 2 pl. **1902**

II. — — Notes sur l'organisation et le devoloppement de différentes formes d'Anthozoaires. Bul. Acad. Royale Belgique. (3.) XXII. Nr. 8. **1891.**

IV. — — Recherches sur la système cutané et sur le système musculaire du Lombric terrestre. Mem. Cour. Mem. Sav. Etc. Belg. LII. 4 tb. **1890.**

IV. — — Dasselbe: Arch. f. Biol.. X. 327. tb. 11—14. **1890.**

IV. **Černý A.**, Versuche über Regeneration bei Süßwasserschnecken. (Erste Mitteilung.) A. f. Entwm. XIX. **1905.**

VI. — — Versuche über Regeneration bei Süßwasser- und Nacktschnecken. A. f. Entwm. XXIII. 503—510. tb. XXXI. **1907.**

III. **Chadwick H. C.**, Notes on Cucumaria planci. Proceed. Transact. Liverpool. Biol. Soc. V. 81. pl. I. **1891.**

III. — — On an abnormal specimen of Ant. ros. Ann. Mag. N. H. (6.) XII. 195. tb. VIII. **1893.**

III. — — Note on tetramerous spec. of Echinus esculentus. Tr. Liverp. Biol. Soc. XII. 288. tb. XVII. **1898.**

III. **Challenger,** Report Narrative of Cruise. I. pt. I. 310. **1884.**

V. **Chantran S.,** Nouvelles observations sur le developpement des ecrevisses. C. R. LXXIII. 220—221. Paris. **1871.**

V. — — Observations, s. l. hist. nat. d. ecrevisses (Extr.) J. Anat. et Phys. 8 Année. 236. **1872.**

V. — — Expériences sur la regeneration des yeux chez les ecrevisses. Compt. rend. LXXVI. 240—241. Paris. **1873.**

V. — — Journ. de l'Anat. et de la Phys. 9. Année. 250. **1873.**

V. **Chapman T. A.,** The Relationship between the Larval and Imaginal Legs of Lepidoptera. The Entomological Record. XII. 141—145, 177 bis 179. pl. 6. **1900.**

VIII. **Chauvin Marie v.,** Über die Verwandlung der mexikanischen Axolotl in Amblystoma. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXVII. 522—535. **1876.**

VIII. — — Über das Anpassungsvermögen der Larven von Salamandra atra. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXIX. 324—352. tb. XXII. **1879.**

VIII. **Chelius,** Handbuch der Augenheilkunde. Stuttgart. 331. **1839.**

VI. **Chemnitz J. H.,** Observationes de Testaceis multivalvibus nonnullis. Nova Acta Acad. Leop. Car. Nat. Cur. 35. **1791**

VI. — — Om vanskable Sneglehouse og Mis fostre blandt Conchylidae. K. Dansk. Selsk. Skrift. N. Saml. D. 5. 216. **1799.**

VI. — — Abhandlung von monströsen Schnecken oder Mißgeburten unter Conchylien (Abb.) Naturforscher. Stück 28. 118. **1799.**

VIII. **Chiaje St. delle,** Descr. di un Capretto mostruoso disomo Napoli. **1822.**

VIII. — — Descrizione di un Agnellino bicipite (Napoli) Parma. **1824.**

IV. **Child Ch. M.,** A Specimen of Nais with bifurcated Prostomium. Anatomischer Anzeiger. XVII. 311—312. 1 fig. **1900.**

IV. — — Fission and Regulation in Stenostomum leucops. Biol. Bull. II. 329—331. **1901.**

IV. — — Abnormalities in the Cestode *Monieza* expansa. I. Biol. Bull. I. Nr. 5. **1900.** — II. ebenda. Nr. 6. **1900.** — III. ebenda. III. Nr. 3. **1902.**

IV. — — Studies on Regulation. I. Fission a. Regulation in *Stenostoma*. (Part. I. und II.) A. f. Entwm. XV. 187—237. pl. V—VII. **1902.**

IV. — — Part. III. ebenda. 355—420. **1902.**

IV. — — St. o R. II. Experimental Control of Form-Regulation in Zooids and Pieces of *Stenostoma*. A. f. Entwm. XV. 603—637. pl. XXIII bis XXIV. **1902.**

II. — — Form Regulation in Coelentera and Turbellaria. Smithsonian Miscellaneous Collections. vol. XLIV. 134—143. **1903.**

II. — — Form Regulation in Cerianthus I. The Typical Course of Regeneration. Biol. Bull. V. 239—260. 31 fig. **1903.**

II. — — II. The Effect of Position, Size and other factors upon Regeneration. Ebenda. 304—319. 7 fig. und VI, 1—11. **1903.**

IV. — — St. o R. III. Regulative Destruction of Zooids and Parts of Zooids in *Stenostoma*. A. f. Entwm. XVII. 1—40. pl. I—III. **1903.**

II. — — III. The Initiation of Regeneration. Ebenda. VI. 55—74. 31 fig. **1904.**

II. **Child Ch. M.,** IV. The Rôle of Water Pressure in Regeneration. Ebenda. 266—286. 7 fig. **1904.**

II. — — V. The Rôle of Water Pressure in Regeneration further Experiments. VII. 127—153. 17 fig. **1904.**

II. — — VI. Certain Special Cases of Regulation and their Relation to Internal Pressure. Ebenda. 193—214. 15 fig. **1904.**

II. — — VII. Tentacle Reduction and other Experiments. Ebenda. 263—279. 8 fig. **1904.**

IV. — — St. o. R. IV. Some experimental modifications of Formregulation in *Leptoplana*. J. exp. Zool. I. 95—133. 53 tfig. **1904.**

IV. — — St. o. R. V. The relation between the central Nervous System and Regulation in *Leptoplana:* Posterier Regeneration. J. exp. Zool. I. 463—512. 47 tfig. **1904.**

IV. — — St. o. R. VI. The relation between the Central Nervous System and Regulation in *Leptoplana:* Anterior and Lateral Regeneration J. exp. Zool. I. 513—557. 64 fig. **1904.**

II. — — VIII. Supplementary Partial Discs and Heteromorphic Tentacles. The Regeneration of Supplementary Partial Discsa Correlated. Regulation. Ebenda. VIII. 93—112. 8 fig. **1905.**

II. — — IX. Regulation, Form and Proportion. Biol. Bull. Ebenda. 271 bis 289. 23 fig. **1905.**

IV. — — Regeneration in Nudibranchs. (Central Branch Amer. Soc. natural.) Science. N. S. XXI. 351. **1905.**

IV. — — St. o. R. VII. Further experiments on Form-Regulation in *Leptoplana*. J. exp. Zool. II. 254—285. 34 fig. **1905.**

IV. — — St. o. R. VIII. Functional Regulation and Regeneration in *Cestoplana*. A. f. Entwm. XIX. 261—297. 46 tfig. **1905.**

IV. — — St. o. R. IX. The positions and proportions of Parts during Regulation in *Cestoplana* in the Presence of the Cephalic Ganglia. A. f. Entwm. XX. 48—75. 53 tfig. **1905.**

IV. — — St. o. R. X. The positions and proportions of Parts during Regulation in *Cestoplana* in the Absence of the Cephalic Ganglia. A. f. Entwm. XX. 157—186. 38 tfig. **1905.**

IV. — — The Relation between Regulation and Fission in *Planaria*. Biol. Bull. XI. 113—123. 19 tfig. **1906.**

IV. — — The Relation between *Functional* Regulation and Formregulation. J. exp. Zool. III. **1906.**

IV. — — Contributions towards a *Theory* of Regulation. I. The Significance of the Differait Methods of Regulation in Turbellaria. A. f. Entwm. XX. 379—426. 65 fig. **1906.**

IV. — — The Localization of Different Methods of Form-Regulation in *Polychoerus* candatus. A. f. Entwm. XXIII. 227—248. 52 tfig. **1907.**

II. — — An Analysis of Form-Regulation in *Tubularia*. I—III. A. f. Entwm. XXIII. **1907.**
IV.—VI. A. f. Entwm. XXIV. **1907.**

IV. — — St. o. R. XI. Functional Regulation in the Intestine of *Cestoplana*. J. exp. Zool. IV. 357—398. 20 tfig. **1907.**

V. **Child Ch. M.,** and **Young N. N.,** Regeneration of the Apendages in Nymphs of the Agrionidae. A. f. Entwm. XV. 543—602. 3 pl. **1903.**

II. **Chun C.,** Die Ctenophoren des Golfes von Neapel (Monogr.). Leipzig. 241. **1880.**

II. — — Die Dissogonie, eine neue Form der geschlechtlichen Zeugung. Festschrift für Leuckart. 77. 104. Tf. XIII. fig. 7—10. **1892.**

II. — — Bemerkungen über den Aufsatz von H. Driesch und T. H. Morgan von der Entwicklung einzelner Ctenoph. blastom. A. f. Entwm. II. 4, 44. **1895—1896.**

II. — — Atlantis. Biologische Studien über pelag. Organismen. Bibliotheca Zoologica Heft XIX. Stuttgart. **1896.**

VIII. **Cipollina A.,** Experimentaluntersuchungen über die partielle Regeneration des Pankreas. Riforma medica. **1899.**

VIII. **Cisternas M.,** Mélanges et Nouvelles. Revue et Mag. de Zoologie. (1.) XVII. 287, 288. **1865.**

IV. **Clarapède E.,** Recherches anatomiques sur les Oligochetes. Genève. 30. **1862.**

IV. — — Chetopodes de Naples. Texte pl. 30. Genève et Bale. H. Georg. (340, Mán. soc. phys. et d'hist. nat. Genève XIX.) **1868.**

I. **Clarapède-Lachmann,** Études sur les infus. et les rhizopodes. Mémoires institut. Génévoise. V. 11. **1858.**

VIII. **Clark F.,** Reproduction of a Fish's tail. Americ. Nat. VIII. 363, 364. **1874.**

III. **Clark H. L.,** The Synaptae of the New England Coast. Bull. U. St. Fishery Comm. XIX. 21—31. tb. 10, 11. **1900.**

VIII. **Cleland J.,** On the epithelium of the cornea of the ox. Journ. Anat. a. Physiol. vol. II. 361. **1868.**

VI. **Clessin S.,** Über Mißbildungen der Mollusken und ihrer Gehäuse. 22. Bericht des Naturhistorischen Vercines. Augsburg. 21. **1873.**

VI. **Cockerell,** On the generic position of Arion foliolatus Gould. Nautilus. 126—128. März. **1890.**

VI. — — The variation a. abnormal develop. of Moll.; Sc. Gossip. 114. **1890.**

VI. **Cockerell F. D.** A., [Abnormal species of Clausilia rugosa]. Proc. Z. S. Lond. 145. 3 fig. **1891.**

VIII. **Cocteau et Leroy d'Etiolles,** Expériences relatives à la reproduction du cristallin. Mém. la à l'acad. Journ. de Physiologie exp. et path. Magendie. VII. 30. **1827.**

VIII. **Coester C.,** Der Siebenschläfer in der Gefangenschaft. Zoologischer Garten. XXIX. 359. **1888.**

IV. **Collin A.,** Criodrilus lacuum. Ein Beitrag zur Kenntnis der Oligochaeten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLVI. 471—497. Abb. 33. **1888.**

IV. — — Ein seltener Fall von Doppelbildung beim Regenwurm. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. VI. **1891.**

VIII. **Colucci V.,** Intorno alla rigenerazione degli arti e della coda nei Tritoni. Studio sperimentale. Mem. Accad. Bologna. (4.) VI. 501. 3 Abb. **1886.**

VIII. — — Sulla rigenerazione parziale dell'occhio nei Tritoni. Rend. accadem. Bologna. (5.) I. 1. 2 tb. **1891.**

III. **Columna Fabius,** Phytobasanus, sive Plantarum aliquot historia Napoli. **1592.**

II. **Contarini N.,** Trattato delle Attinie. Venezia. **1844.**

V, VIII. **Contejean Ch.,** Sur l'autotomie chez la Sauterelle et le Lézard. Comptes rendus Acad. de Sc. Paris. CXI. 611—614. **1890.**

VIII. **Cope,** Proceedings of the Acad. of nat. science. Philadelphia. VI. **1859.**

V. **Coquerel Ch.,** Orthoptères de Bourbon et de Madagascar. Ann. Soc. Entom. de France. 495. (4.) I. **1861.**

IV. **Cori C. J.,** Über Anomalien der Segment bei Annel. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LIV. 569. tb. XXXV. **1892.**

IV. — — Ein Fall von partieller Doppelbildung bei Lumbriculus variegatus und über die Knospungsweise bei Syllis ramosa. Lotos. XIV. 5 pfs. tb. **1893.**

V. **Cornelius,** Beiträge zur näheren Kenntnis von Periplaneta orientalis. Elberfeld. **1853.**

V. **Cornish Th.,** Abnormal Growth in Cancer pagurus. Zoologist. (3.) VIII. 349. **1884.**

III. **Couch J.,** Magazine of Natural History. New ser Nr. 27.

V. — — Obs. on some circumst. attending the process of exuviation in Shrimps a. lobsters. Mag. of Zool. a. Botany. 1. 170—173. **1837.**

V. — — Bemerkung über den Häutungsprozeß der Krebse und Krabben. Archiv für Naturgeschichte. Bronn. IV. 1. 337—341. **1838.**

V. — — On the process of Exuviation and Growth in Crabs and Lobsters. Trans. Cornwall-Polytech. Soc. **1843.**

VIII. — — Irregularities of Structure in Fishes. Student a. Intell. Obs. I. 328. **1868.**

V. — — Variation of Structure in Crust. Anim. (Abb.) Student a Intell. Obs. II. 92. **1896.**

V. **Coupin H.,** Les pattes qui repoussent. La Nature. 34 Sem. 1. 253—254. 5 fig. **1906.**

V. **Coutière H.,** Note sur quelques cas de régénération hypotypique chez Alphens. Bull. Soc. Ent. France. Nr. 2. 248. 8 fig. **1898.**

V. — — Les Alphéides. Morphologie etc. Ann. Sc. N. (8.) IX. 1—599. 409 fig. tb. 1—6. **1899.**

VI. **Crampton H. E.,** Experimental Studies on Gasterepod. development. A. f. Entwm. III. 1—19. tb. 1—14. **1896.**

V. — — Coalescence Experiments upon the Lepidoptera Woods Holl Biological Lectures for 1896—1897. Boston. **1897.**

V. — — An Important Instance of Insect Coalescence. Annals H. N. Acad. Sc. XI. Nr. 11. (Lancaster P. A. 1898.) 219—223. **1898.**

V. — — An Experimental Study Upon Lepidoptera. A. f. Entwm. IX. 2. Heft. 293—318. Abb. 11—13. **1899.**

VIII. **Crivelli G. B.,** Sopra alcuni nuovi casi di Polimelia (membra soprannumeriarie) osserv. in alcuni indiv. del gen. Rana. R. Istit. Lomb. Rendic. Class. Sc. mat. e. nat. II. 261. **1865.**

VI. **Crosse H.,** Note sur les animaux de troix Hélices de Cuba. Journal d. Conchylogie. XIII. (2.) IV.] 225. **1860.**

III. **Cuénot L.**, Contribution a l'Etude de l'Anatom. d. Asterides. Arch. Zool. exp. (2.) V. bis Suppl. 2e. Mém. 128. **1887.**

VIII. — — L'autotomie caudale chez quelques rongeurs. Arch. d. Zool. exp. et gén. (4.) VI. notes et revue LXXII—LXXVIII. 2 fig. **1907.**

VIII. **Cunningham J. T.**, The ovaries of fishes. Journ. Mar. Biol. Assoc. London. (2.) III. 154. 6 fig. **1894.**

IV. **Curtis W. C.**, Asexual Reproduction of Planaria maculata. Biol. Bull. II 357—359. **1901.**

III. **Cuvier G.**, Régne animal. T. IV. 1. Auflage. 8. **1817.**

VIII. — — Anatomie comparée. Paris. **1835—1845.**

— — (Auch: Histoire du cerf.)

IV. **Czerski St.** und **Nusbaum J.**, Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge bei den Capitelliden. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie. 471—477. **1905.**

IV. **Czwiklitzer R.**, Zur Regeneration des Vorderendes von Ophryotrocha puerilis Clarap. Metsch., A. f. Entwm. XIX. 140—147. 7 fig. **1905.**

VIII. **Daiber Marie**, Zur Frage nach der Entstehung und Regenerationsfähigkeit der Milz. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. XLII. 72—117. tb. V—VIII. **1906.**

IV. **Dalyell J. G.**, Observations an some Interesting Phaenomena an Animal Physiology exh. by several Species of Planaria. Edinb. **1814.**

III. — — On the reprod. of lost org. by the Holothur. Brit. Ass. adv. of sc. Trans. p. 139. (Glasgow.) **1840.**

II. — — Rare and rem. anim. of Scotland. 228. pl. XLVIII. fig. 12—17. **1848.**

III. — — The powers of the Creator. London. Vol. I. p. 20 ff. Abb. p. 99 und XVII. 2—6. **1851.**

V. — — The Powers of the Creator. I. (supplemental). pl. LXX. 163. **1851.**

IV. — — The Powers of the Creator etc. II. 321. **1853.**

III. **Danielssen D. C.**, Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. XXI. Zool. Crinoida. Christiania. **1892.**

VIII. **Danilewsky B.**, Über die Regeneration der Großhirnhemisphären beim Frosche. Verhandlungen des X. internationalen medizinischen Kongresses. II. Berlin. **1890.**

IV. **Darwin Ch.**, Naturwissenschaftliche Reisen, übersetzt von E. Dieffenbach. Braunschweig. 30. **1844.**
(Narrative of the Surveying voyages of „Adventure" a. „Beagle". III. Journal and Remarks. London. 1839.)

IV. — — Brief descriptions of several Terrestrial Planariae...... with an account of their habits. Ann. Mg. Nat. hist. XIV. 241—246. **1844.**

V. — — Monograph of the Cirripedia. 158. **1854.**

II. **Darwin E.**, „Zoonomia", the Laws of organic Life. London. Trad. franç. du 3me ed. J. F. Kyskens. II. **1810.**

VI. **Dautzenberg Ph.**, Teratologie conchylogique. Feuille Jeun. Natural. 23. Année. 30—31. 3 fig. **1892.**

IV. **Davenport C. B.**, Observations on budding in Paludicella and some other Bryozoa. Bull. Mus. Haward. Coll. XX. 13 fig. 12 tab. **1891.**

II. **Davenport C. B.**, Studies on Morphogenesis. II. Regen. in Obelia and its bearing on differ. i. th. Germplasma. Anatomischer Anzeiger. IX. 283—294. 6 fig. **1894.**

II. — — Nachtrag. Mit 1 tab. Daselbst. 391—392.

IV. — — Experimental Morphology. part. II. 365. (Macmillan, New York & London.) **1899.**

II. **Davidoff M.**, Über Teilungsvorgänge bei Phialidium variabile. Zoologischer Anzeiger. IV. **1881.**

VI. **Davy L.**, Teratologie des Clausilies. Feuille Jeun. Natural. 23. Année. 77. 2 fig. **1892.**

III. **Dawydoff C.**, Beiträge zur Kenntnis der Regenerationserscheinungen bei den Ophiuren. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLIX. 202—234. 2 tb. 3 fig. **1901.**

III. — — Über die Regeneration der Eichel bei den Enteropneusten. Zoologischer Anzeiger. XXV. 551—556. **1902.**

I. **Dawson**, Canadian Naturalist. 177 (fig.). **1870.**

VIII. **Day H.**, Reproduction of the lens. Lancet. 212. **1829.**

VIII. **De Betta E.**, Terza serie di Note Erpetologiche per servir allo studio dei Rettili e Anfibi d'Italia. — Atti. Ist. Veneto. Sc. (6.) I. **1883.**

V. **Deegener P.**, Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanales von Hydrophilus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXVIII. 1. Heft. 113—168, tb. VIII—X. **1900.**

VIII. **Deen Is. Ab. van**, Anatomische Beschreibung des monströsen, sechsfüßigen Wasserfrosches. (Rana esculenta). 2 tb. Leiden, Luchtmans. **1838.**

V. **Degeer**, Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. II. 2. Nürnberg (Raspe). 59. **1779.**

IV. **Dêlage Yves**, La Stucture du Protoplasma etc. Paris. 47. **1895.**

III. — — Sur la non-régénération des spheridies chez les Oursins. C. R. Ac. Sc. Paris. CXXXVII. 681—682. **1903.**

I. — — et **Hérouard**, Zoologie concrete. I. cellule et protopl. 427. (295.) **1896.**

VIII. **Delius**, Über die Regeneration der Lymphdrüsen. Dissertation. Bonn. **1888.**

VII. **Della Valle A.**, Sul Ringiovinamento delle Colonie di Diazona violacea. Rend. Accad. Sc. Napoli. 2. **1844.**

III. **Delle Chiaje**, Memorie sulla storia e notomia degli Animali senza vert. I. 107. **1825.**

VIII. **Demarquay J. Nicol.**, De la Régénération des organes et des tissus. 328 pp. IV. pl. Paris, Baillière. **1874.**

V. **Demoor F.**, Manifestations motrices des Crustacès. Archives de Zoologie expérimentales, 2e série. IX. 191—227. **1891.**

III. **Dendy A.**, On the Regeneration of the Visceral Mass in Antedon rosaceus. Studies fr. th. Biol. labor. Owens Coll. I. Manchester. 299. **1886.**

III. — — Description of a Twelve-armed Comatula fr. th. Firth of Clyde. Proc. Physic. Soc. Edinb. XIX. 180. tb. 10. **1886.**

V. — — Note fr. the biological Laboratory of the Melbourne university: on a Crayfish with abnormaly developed appendages. Proc. R. Soc. Victoria Melbourne. 160. **1893.**

V. **Deplanque**, Études tératologiques, II et IV. Douai. **1869 et 1884.**

VIII. **Deutschmann R.**, Zur Regeneration des Humor aqueus, nach Entleerung desselben aus der vorderen Augenkammer. Archiv für Ophthalmologie. XXV. 1. Abteilung. 99. **1879.**

V. **Dewitz H.**, Über eine Schmetterlingspuppe, bei welcher die Bauchfüße der Raupe zum großen Teil erhalten sind. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Fr. Berlin. 9—10. **1879.**

V. — — Insektenmißbildung (Atta insularis). Zoologischer Anzeiger. 2. Jahrgang. 134 fig. (Ameise, bei welcher der Fuß der linken Seite mit fünf deutlichen Abschnitten aus der Larvenhaut hing). **1879.**

V. — — Einige Beobachtungen betreffend das geschlossene Tracheensystem bei Insektenlarven. Zoologischer Anzeiger. 13. Jahrgang. 500, 525. **1890.**

II. **Dicquemare A.**, A third essay on the sea anemones. Philos. Trans. vol. LXVII. 567. **1777.**

VIII. **Dieterich**, Über die Verwundung des Linsensystems. Preisschrift. Tübingen. **1824.**

IV. **Dimon Albigail C.**, The Regeneration of a Heteromorphic Tail in Allobophora foetida. J. exp. Zool. 349—351. **1904.**

VIII. **Dittmer L.**, Zur Lehre der Doppelmißgeburten. Reichert und Du Bois-Raym. Anatomie. 360—401. **1875.**

VIII. **Dobson G. E.**, On a double-headed snake (Lycodon aulicus) pres. to the Ind. Mus. by Dr. R. F. Thompson. Proc. Asiat. Soc. Bengal. 23. **1873.**

VIII. **Doebner**, Abnorme Schnabel- und Zahnbildung. Der zoologische Garten. VI. 46. **1865.**

V. **Dohrn A.**, Die Pantopoden des Golfes von Neapel. (Fauna und Flora von Neapel, III. Monographie.) **1881.**

VIII. **Donders**, Archiv für Ophthalmologie. XLVI. **1899.**

VIII. **Dorner H.**, Eine Kreuzotter mit zwei Köpfen. Zoologischer Garten. XIV. 407. **1873.**

V. **Douglas J. W.**, On some peculiarities in the Development of Hemiptera Heteropoda. Ent. Monthly Mag. II. 270—272. **1865.**

V. — — Daselbst III. 200 (Fortsetzung). **1866.**

V. — — Daselbst XIII. 188. **1876.**

V. — — Daselbst XXXI. 144. **1895.**

V. **Doumerc A.**, Notice sur quelques monstruosités entom. (Abb.) Ann. Soc. entom. France. III. 171. **1834.**

VIII. **Dovaine**, Duplicité de la face chez les Oiseaux. Comptes rend. et Mém. Société biol. II. 97. **1850.**

IV. **Draparnauld**, Tableau des Mollusques Terrestres et Fluviatiles de la France. Montpellier. 100—102. **1800—1801.**

VIII. **Drasch O. v.**, Die physiologische Regeneration d. Flimmerepith. Sitzungsbericht der k. Akademie Wien. LXXX. 3. Abteilung. 203. **1881.**

VIII. — — Zur Frage der Regeneration und der Aus- und Rückbildung der Epithelzellen. Sitzungsbericht der k. Akademie. Wien. XCVIII. 3. Abteilung. 200 Abb. **1885.**

VII. **Drasche**, Synascidien der Bucht von Rovigno. Wien. **1883.**

V. **Dreckmann F.**, Simultaneous twin parturition of Buthus afer, the black rock scorpion, Journ. Bombay. N. H. Sc. III. 137. **1888.**

V. **Dreyfus L.**, Zum Kapitel der Häutungen. Zoologischer Anzeiger. 14. Jahrgang. 61. **1891.**

II. **Driesch H.**, Zur Analysis der Potenzen embryon. Organzellen. Arch. Entwm. II. 191. **1895—1896.**

II. — — Zur Analyse der Reparationsbedingungen bei Tubularia. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft. Zürich. XLI. Jubelband. **1896.**

II. — — *Studien* über das Regulationsvermögen der Organismen. 1. Tubularia. A. f. Entwm. V. 389—418. 14 fig. **1897.**

II. — — Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge. A. f. Entwm. VIII/1. 35—111 (50—51!). **1899.**

III. — — Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. III, Notizen über die Auflösung und Wiederbildung des Skelettes von Echinidenlarven. A. f. Entwm. IX. 137—139. **1899—1900.**

II. — — Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. V. Ergänzende Beobachtungen an Tubularia. A. f, Entwm. XI. 185—206. **1901.**

VII. — — Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. VI. Die Restitution der *Clavellina* lepadiformis. A. f. Entwm. XIV. 247—287. 6 fig. **1902.**

II. — — Dasselbe VII. Zwei neue Regulationen bei *Tubularia*. Eb. XIV. 532—538. 2 fig. **1902.**

VII. — — Über eine neues harmonisch-äquipotentiolles System und über solche Systeme überhaupt. A. f. Entwm. XIV. 227—246. 7 tfig. **1902.**

VII. — — Über *Änderungen* der Regulationsfähigkeiten im Verlaufe der Entwicklung bei Ascidien. A. f. Entwm. XVII. 54—63. 3 fig. **1903.**

VII. — — *Skizzen* zur Restitutionslehre. A. f. Entwm. XX. 21—29. 3 fig. **1905.**

IV. — — Regenerierende *Regenerate*. A. f. Entwm. XXI. 754—755. 1 fig. **1906.**

IV. **Dugès**, Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planariés. Ann. Sc. u. V. 15. 160. **1818.**

IV. — — Recherches sur la circulation, la respiration et la reproduction des Annélides abranches. Ann. Sc. nat. XV. 316. ff. 319. **1828.**

VIII. — — Memoire sur les espéces indigénes du genre Lacerta. Ann. Sciences naturelles. XVI. Avril (insertion). **1829.**

VIII. **Dürigen B.**, Über die Häutung der Reptilien und Amphibien. Isis (russisch). V. 83—91. **1880.**

I. **Dujardin F.**, Mém. s. l'organisation des infusoires. Ann. sc. nat. (2). Zool. X. 230—315. tb. XIV, XV. **1838.**

I. — — Histoire nat. de zoophytes Infus. Atlas. 22 tb. Paris. 31. **1841.**

III. **Dujardin** et **Hupé**, Hist. nat. de zooph. echniod. (suite a Buffon). 20. **1862.**

VIII. **Dumeril A.**, Obersvations sur la monstruosité, dite polymélie on augmentation des membres chez les Batraciens Anoures. (I. pl.) Nouv. Arch. du Mus. d'hist. nat. T. I.er Mém. 309. **1865.**

VIII. **Dumeril A.**, Descriptions de diverses monstr. obs. à la ménag. des Rept. du musée d'hist. nat. sur les Batraciens urod. à bronchies ext., dites Axolotls. (I. pl.) Nouv. Arch. du musée d'hist. nat. T. III. Mém. 119. **1867.**

VIII. — — Histoire des reptiles. I. 1. 26—40 (ct. Demarquey). **1874.**

VIII. **Duncker G.**, Die Fische der malaiischen Halbinsel. 2. Beiheft des Jahrbuches Hamburg. Wissenschaftliche Anstalt. (Mitteilungen des Naturhistorischen Museums.) XXI. 133—207. 2 tb. (188. tb. 11. fig. 9 b, c). **1904.**

V. — — Symmetrie und *Asymmetrie* bei bilateralen Tieren. A. f. Entwm. XVII. 533—682. **1904.**

VIII. — — Über Regeneration des Schwanzendes bei Syngnathiden. A. f. Entwm. XX. 30—39. **1906.**

VIII. — — Zweite Mitteilung. A. f. Entwm. XXIV. 656—661. 1. tb. 2 tfig. **1907.**

V. **Duns**, On Reproduction of lost Parts and Abnormality. Proc. R. Ph. Sc. VIII. **1885.**

VIII. **Durien**, Note sur la mue des Reptiles ophiliens ou changement de peau des serpents. Ann. soc. imp. agricult. départ. Loire. II. 102. **1858.**

V. **Durien A.**, Notes sur quelques Orthopteres. Petites Nouv. Entomol. Nr. 158. 77. **1876.**

V. **Duris J.**, On abnormal limbs of Crustacea. Proc. R. Physic. Soc. Edinb. IX. 75—78. tb. 2. [read 17. III. 1886.] **1888.**

V. **Du Tertre J. B.**, Hist. Gen. des Antilles hab. par les François. I—III. II. Hist. Nat. Paris. **1667—1671.**

IV. **Duyne J. van**, Über Heteromorphose bei Planarien. Archiv für Physiologie. LXIV. 369. Abb. X und XI. 17 tfig. **1896.**

VIII. **Ebert C. J.**, Über Regenerationsvorgänge in der Hornhaut. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 64. Versammlung. 2. Teil. 168. **1892.**

III. **Eck H.**, Ein monströser Sphaerocrinus. Verhandlungen Nat. Ver. Bonn. 45. Jahrgang. 110 fig. **1888.**

VIII. **Eckhardt C. Th.**, Über die kompensatorische Hypertrophie und das physiologische Wachstum der Niere. Archiv für pathologische Anatomie. CXIV. **1888.**

VIII. **Egger E.**, Ein Fall von Regeneration einer Extremität bei Reptilien. Arbeiten des Zoologischen Institutes Würzburg. VIII. 201—211. Tafel XII. **1888.**

II. **Eggers J. Ch.**, Von der Wiedererzeugung. Würzburg. 25 (Note). **1821.**

IV. **Ehlers E.**, Über eine Abhandlung von Vaillant, eine neue Fortpflanzungsart der Knospen bei einer Annelide betreffend. Amtlicher Bericht der 40. Versammlung Deutscher Naturf. 211. **1865.**

IV. — — Die Borstenwürmer. I. 105, 278, 342, 388. Leipzig (Engelmann). **1864—1868.**

IV. — — Die Neubildung des Kopfes und der vorderen Körperteile bei polychaeten Anneliden. Erlangen. **1869—1870.**

IV. — — Zur Kenntnis der Pedicellinen. Abh. Ges. Wiss. Göttingen. XXXVI. 5 Abs. **1890.**

I. **Ehrenberg Chr. F.**, Infusorienatlas. 371. tb. 41. fig. 7—9. 1838

I. **Eichhorn F. C.**, Zugabe zu Beiträgen der kleinen Wassertiere. 15—21. 1783.

VIII. **Eiffe O. E.**, Zoologischer Garten. XVII. Nr. 10. 1884.

VIII. — — Einige Beobachtungen an Schlangen in der Gefangenschaft. Zoologischer Garten. XXVI. 43. 1885.

II. **Eimer G. Th.**, Über künstliche Teilbarkeit von Aurelia aurita und Cyanea capillata. Sitzungsbericht der physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg. 1873—1874.

II. — — Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg. N. F. VI. 1874.

II. — — Zoologische Untersuchungen. I. Heft. Würzburg. 1874.

II. — — Über künstliche Teilbarkeit und über das Nervensystem der Medusen. Vortrag 21. Sept. 1877 Zool. Sekt. Münchener Natf. Vers. (Tageblatt der 50. Versammlung.) 1877.

II. — — Dasselbe. Archiv für mikroskopische Anatomie. XV. 394 (mit Zusätzen). 1877.

II. — — Die Medusen, physiologisch und anatomisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen. 1878.

II. — — Versuche über künstliche Teilbarkeit von Beroe ovatus. Archiv für mikroskopische Anatomie. XVII. 213. Abb. 1886.

II. — — Entstehung der Arten. I. Teil. Jena. 369. tfig. 2 (372 aus „Medusen"). 382. Abb. 4. 1888.

VI. **Eisig H.**, Biologische Studien, angestellt in der zoologischen Station zu Neapel. Kosmos. XIV. 304. 1884.

VIII. **Eliasberg M.**, Experimentelle Untersuchungen über die Blutbildung in der Milz der Säugetiere. Diss. Dorpat. 1893.

IV. **Elliot W.**, Description of a new species of terrestrial Planaria. (Pl. lunata.) Madras Journ. of Lit. a. Sc. XV. 162—167. pl. I. 1848—1849.

II. **Ellis J.**, Naturgeschichte der Korallenarten. (Übersetzung von D. Krünitz, Nürnberg.) 1767.

I. — — Observations on a partic. manner of increase i. the animalcula of veget. infus. Phil. Trans. LIX. 138—152. tb. VI. 1769.

V. **Ellis M. M.**, The influence of the amount of injury upon the rate and amount of regeneration in Mancasellus macrourus (German). Biolog. Bulletin. XIII. 107—113. 1907.

IV. **Emery C.**, La Régénération des segments postérieurs du corps chez quelques Annelides Polychétes. Arch. Ital. Biolog. 1886.

V. **Emmel V. E.**, The Regeneration of Lost Parts in the Lobster. Report. Comm. Inland. Fisheries Rhode Island. XXXV. 81—117. (Providence 1905.) pl. XXI. 1904.

V. — — The *Relation* of Regeneration to the Molting Process in the Lobster. Eb. XXXVI. Spec. Cap. 27. pl. XL—XLI. Chart. VIII—X. 257—313. 1906.

V. — — *Torsion* and other transitional Phenomena in the Regeneration of the Cheliped of the Lobster (Homarus americanus). J. exp. Zool. III. 603—620. pl. I—II. 1906.

V. **Emmel V. E.**, The Regeneration of Two„ *Crusher*-Claws“ following the amputation of the Normal Asymmetrical Chelae of the Lobster (Homarus americanus). A. f. Entwm. XXII. 542—552.pl. XV. **1906.**

V. — — Regeneration and the Question of „*Symmetry* in the Big Claws of the Lobster.“ Sc. U. S. XXVI. Nr. 655, 83—87. **1907.**

VIII. **Engel C. S.**, Zur Genese und Regeneration des Blutes. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 66. Versammlung. 2. Teil. 2. Hälfte. 76. **1893.**

II. **Engelmann Th. W.**, Sitzungsbericht der Akad. van Wet. Amsterdam. (28. X.) **1876.**

II. — — Über Trembleys Umkehrungsversuch an Hydra. Zoologischer. Anzeiger. I. 77. **1878.**

VIII. **Erber**, Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien. 6. Dezember. **1876.**

VIII. **Ercolani G. B.**, Sul processo formativo del callo osseo nelle diverse fratture delle osse dell' uomo e degli animali. Mem. Accad. Sc. Bologna. (3.) IX. 369. 1 tb. **1878.**

V. **Eser**, Mißbildete Krebsscheren. Korrespondenzblatt d. zool.-miner. Ver. Regensburg. 17. Jahrgang. 180. **1863.**

VIII. **Esterly C. O.**, The structure and regeneration of the poison glands of Plethodon. Univ. of Calif. Publ. Zool. I. Nr. 7. **1904.**

VIII. **Eversmann**, Erinnerungen aus einer Reise im Auslande. Bulletin d. naturalistes de Moscou. **1858.**

VIII. **Ewald A.** und **W. Kühne**, Über künstliche Bildung des Sehpurpurs. Medizinisches Zentralblatt. XV. Jahrgang. 753. **1877.**

VIII. — — Untersuchungen über den Sehpurpur. (246.) Untersuchungen des phys. Institutes Heidelburg. I. 139, 248, 370. **1878.**

VIII. **Eyclesheimer A. E.**, The growth and regeneration of the Gills in the Young Necturus. Biol. Bulletin. X. **1906.**

VIII. **Fabbrini**, Wirkung der Querresektion des Nebenhodens auf den Haupthoden und seine teilweise Reproduktion. La Clinica moderna. **1899.**

VIII. **Fabretti E.**, Cenni en due casi di Polimelia nei Batraci. Rivista scient. indust. delle princip. scop. ed invent. VII. 214. (extr. dalle pubbl. dell'Acc. med. chir. Perugia.) **1875.**

VIII. — — Deux Cas nouveaux de polymélie observés chez les Bat. ansures. (Extr.) Journ. de Zool., Gervais. V. 273. **1876.**

IV. **Faraday M.**, On the Planariae. Edinb. News Philos. Journ. XIV. 183—189. **1833.**

VIII. **Fatio V.**, Faune des Vertebrés de la Suisse. I. **1869.**

V. **Faxon W.**, On some Crustacean deformities. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge. VIII. 257—274. Abb. 1—2. **1881.**

V. **Faussek V.**, Beiträge zur Histologie des Darmkanales der Insekten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLV. 694. **1887.**

VI. — — Über die Ablagerung des Pigmentes bei Mytilus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXV. 112—142. 3 fig. **1899.**

VIII. **Feltz V.**, Recherches expér. sur la régénér. du tissu osseux Journ. Anat. et Phys. XIIe. année. 375. **1876.**

IV. **Fielde A. M.,** Observations on Tenacity of Life and Regeneration of excised parts in Lumbricus terr. Proc. Acad. N. Sc. Philad. 20. **1885.**

VIII. **Fischel A.,** Über die Regeneration der Linse. Anatomischer Anzeiger. XIV. 373. **1898.**

VIII. — — Über die Regeneration der Linse. Anatomische Hefte. XL. **1900.**

VIII. — — Weitere Mitteilungen über die Regeneration der Linse. A. f. Entwm. XV. **1902.**

VIII. **Fischer J. v.,** Das *Chamäleon* in der Gefangenschaft. Zoologischer Garten. XXIII. 6. **1882.**

VIII. — — Der *Leguan* in der Gefangenschaft. Zoologischer Garten. XXIII. 237. **1882.**

VI. **Fischer P.,** Observations anatomiques sur des Mollusques peu connus. Journ. d. Conchyl. V. 230. pl. II. fig. 4. [(2.) I.] **1856.**

VI. — — Quelques mots sur la tératologie conchyliogique. Journ. de Conchyl. VII. (3 Ser. III.) 235. **1858.**

VI. — — Note sur une monstruosité de l'animal du Patella vulgata. L. Journ. d. Conchyl. XII. 89. pl. VIII. fig. 8. **1863.**

II. — — Contribution à l'Actinologie française. Arch. Zool. Expér. (2.) T. 5. 381—442. **1887.**

II. — — Actinies de côtes des France. 206. **1887.**

VI. — — Manuel de Conchylogie. Paris, Savy. **1887.**

VI. — — Note sur une monstronosité du Triopa clavigera. Journ. Conchyl. Paris. XXVIII. 131. **1888.**

V. — — Sur une monstrosité du crabe tourteau (Platycarc. pagurus). Bull. Soc. Z. France. XIII. 69—73. **1888.**

VIII. **Flemming W.,** Über Epithelregeneration und sogenannte freie Kernbildung. Archiv für mikroskopische Anatomie. XVIII. 347. **1880.**

IV. **Fletcher J. J.,** Remarks on an introduced species of Land Planarian appar. Bipalium Kewense. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales (2.) II. 244—249. **1887.**

IV. — — a. **Hamilton, A. G.** Notes on Australian Land-Planarians. p. I. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales. (2 s.) II. 349—374. pl. V. Sydney. **1888.**

IV. **Flexner S.,** The Regeneration of the Nervous System of Planaria..... and the Anatomy of the N. S. of Double-Headed Forms. Journ. Morph. Boston. XIV. 337—346. Abb. 28. A. **1898.**

VIII. **Flower H.,** Male African Rhinoceros (R. bicornis) with a third horn. Proc. Zool. Soc. London. 448. **1889.**

III. **Forbes,** History of lerit. Star. fish. 90. **1841.**

V. **Fortnum,** Entomolog. Soc. Jan. 1st 1844. 81. Ann. Mg. N. H. XVI. 273—274. **1845.**

V. — — Trans. Entom. Soc. London. IV. 98. **1845—1847.**

III. **Fraas E.,** Die Asterien des weißen Jura von Schwaben und Franken. Paläontogr. XXXII. 227—261. tb. XXIX und XXX. **1886.**

VIII. **Fraisse P.,** Bericht der 52. Versammlung D. Naturf. und Ärzte. Zoologischer Jahresbericht. II. 1017. **1879**

VIII. — — Eigentümliche Strukturverhältnisse im Schwanz erwachsener Urodelen. Zoologischer Anzeiger. III. 12. **1880.**

VIII. **Fraisse P.**, Über Zellteilung und freie Kernbildung. Tageblätter der 54. Versammlung der Naturf. Salzburg. **1881.**

VIII. — — Neuere Beobachtungen über Regeneration. Biologisches Zentralblatt. III. 617—627. **1883—1884.**

VIII. — — Die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbeltieren, besonders Reptilien und Amphibien. Cassel und Berlin. Fischer. 3 tb. **1885.**

VIII. **Frankl v. Hochwart L.**, Über die Regeneration von Nervenfasern. Medizinisches Jahrbuch. 1—21. **1887.**

V. **Fredericq L.**, Amputation des pattes par mouvement reflexe chez le Crabe Archives d. Biologie. III. 235. **1882**

VIII. — — Sur la rupture de la queue chez l'Orvet. Bullet. Acad. Belge. Août. **1882.**

VIII. — — Sur l'autotomie chez les animaux. Arch. de Biol. exp. (2.) II. 424—426. **1883.**

V. — — Sur l'autotomie. Archives de biolog. exp. I. 2e ser. 413—424. **1883.**

V. — — L'Autotomie ou la mutilation active. Revue scient. (3.) LXXXVII. 629—630. Teb. 20 und 39. **1886.**

V. — — L'Autotomie. Trav. d. labor. de physiol. Liège. II. 201. **1888.**

V. — — La lutte pour l'existence chez les animaux marins. J. B. Ballière et fils. 8°. Paris. **1889.**

V. — — Über Autotomie. Archiv für Physiologie. L. 600. **1891.**

V. — — Nouvelles recherches s. l'autotomie. Arch. Biol. XII. 169. 6 fig. — Dasselbe: Trav. Lab. Tr. IV. 6 fig. **1892.**

IV. — — L'autotomie ou la mutilation active dans le règne animal. Bull. Acad. roy. de Belgique. (3 s.) XXVI. 758—772. **1893.**

VIII. **Freiberg H.**, Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der Blutkörperchen im Knochenmark. Dorpat. **1892.**

V. **Frenzel J.**, Über den Darmkanal der Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXV. 137—190. tb. VIII—IX. **1885.**

V, VI. — — Einiges über den Mitteldarm der Insekten sowie über Epithelregeneration. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXVI. 229—306. tb. VII—IX. **1886.**

III. — — Verfahren zur Herstellung von zoologischen und anatomischen Präparaten. Zoologisches Jahrbuch. I. **1886.**

VI. — — Über die Selbstverstümmelung (Autotomie) der Tiere. Archiv für Physiologie. L. 191. **1891.**

VI. — — Mikrographie der Mitteldarmdrüse (Leber) der Moll. I. T. Nova Acta Ksl. Leop. Car. Deutsche Akademie der Naturf. XLVIII. Nr. 2. 166 ff.

IV. **Frey** und **Leuckart**, Beiträge zur Kenntnis wirbelloser Tiere. 91. **1847.**

IV. **Friedländer B.**, Beiträge zur Physiologie des Zentralnervensystems und des Bewegungsmechanismus der Regenwürmer. Archiv für gesamte Physiologie. (Pflüger.) LVIII. 168—206. **1894.**

IV. Über die Regeneration herausgeschnittener Teile des Zentralnervensystems von Regenwürmern. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LX. 249. tb. XIII und XIV. **1895.**

IV. **Friedländer B.**, Über den sogenannten Palolowurm. Biologisches Zentralblatt. XVIII. 337—357. 2 fig. **1898.**

V. **Friedrich P.**, Regeneration der Beine und Autotomie bei Spinnen. A. f. Entwm. XX. 469—506. 2 tfig. **1906.**

IV. **Friend, H.** „Hare-lip" in Earth worms-Nature. XLVII. 316. **1893.**

V. **Fritze A.**, Über den Darmkanal der Ephemeriden. Ber. Nat. Ges. Freiburg. IV. 59. tb. II—III. **1888.**

VIII. **Frossmann T. D.**, Ursachen, welche die Wachstumsrichtung der peripheren Nervenfasern bei den Regenwürmern bestimmen. Beiträge der pathologischen Anatomie. Ziegler. XXXIV. 56. 22 fig. **1898.**

VIII. **Fuckel Fr.**, Über die Regeneration der Glandula submax. und infraorbit. bei Kaninchen. Dissertation. Freiburg. **1896.**

IV. **Fuhrmann M.**, Sur les phénomènes de la régénération chez invertebrés. Arch. sciences nat. V. 478. **1898.**

VIII. **Gachet M. H.**, Mémoire sur l. reproduction de la queue des reptiles sauriens. Actes de la Soc. Linnéenne. No. XXXVI. 25 juillet. **1834.**

V. **Gadeau de Kerville H.**, Sur un type, probablement nouveau d'anomalies entomologiques présenté par un Insecte coléopterè (Stenopterus rufus.) Naturaliste. Paris. 9. 2 fig. **1889.**

V. — — Expériences tératogeniques sur différentes espèces d'insectes. Le Naturaliste. 115. **1890.**

VIII. — — Sur l'existence de trois cœcums chez les Oiseaux Monstrueux. Comptes rend. XXIII. Sess. Assoc. Frç. Arts et Sc. IIe partie. 652. 2 fig. **1895.**

VIII. **Gadow H.**, The reproduction of the Carapax in Tortoises. Journ. Anat. Phys. Lond. XX. 220—224. tb. 6. **1885.**

II. **Gaede,** Beiträge zur Anatomie und Physiologieder Medusen. Berlin. **1816.**

VIII. **Galeotti G.** und **Levi G.**, Beitrag zur Regeneration der quergestreiften Muskelfasern. Zieglers Beiträge. XIV. 272. tb. **1893.**

VIII. — — Über die Neubildung der nervösen Elemente in dem wiedererzeugten Muskelgewebe. Beiträge zur Path. Anat. Ziegler. XVII. 369. tb. VII. **1895.**

IV. **Galloway T. W.**, Observations on non-sexual reproduction in Dero Vaga. Bull. Mus. Comparat. Zool. Cambrigde Mass U. S. A. **1899.**

V. **Garbowski Tad.**, Aberrations in the structure of appendages in the Coleoptera. Entomologist. XXVIII. 125. 2 fig. **1895.**

V. — — Hyperienart. Amphipoden des Mittelmeeres. Monographisch bearbeitet auf Grund der während der 5. Expedition Seiner Majestät Schiff „Pola" gesammelten Materialien. (1890—1894.) I. Teil. Die Sciniden. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften Wien. M. N. Cl. LXIII. 89. 9 tb. **1896.**

VII. **Garstang W.**, Budding in Tunicata. Sc. Progress. Lond. III. 43. **1895.**

II. **Gast R.** und **Godlewski E.** jun., Die Regulationserscheinungen bei Pennaria cavolinii. A. f. Entwm. XVI. 76—116. 2 tb. 2 fig. **1903,**

V. **Gaubert P.**, Sur l'autotomie chez les Araignées. Bull. Soc. Philiomath. Paris. V. 78. **1892.**

V. — — Autotomie chez les Pycnogonides. Bull. Soc. Zool. Fr. 17 Année. 224. **1892.**

V. **Gauckler H.**, Über Mißbildungen und Formveränderungen der Schmetterlingsflügel und der mutmaßlichen Entstehungsursache. Illustrierte Wochenschrift Ent. II. 374. 4 fig. **1897.**

VIII. **Gayat J.**, Sur la régénération du cristallin. Commun. du Congrès Med. Lyon. Août. **1872.**

VIII. — — De la non-régénération du cristallin chez l'homme et le lapin. C. R. LXXXI. 483. **1875.**

V. **Geer C. de**, Act. Soc. Reg. Upsala. 64. **1740.**

V. **Gehuchten A. v.**, Recherches histolog. sur appareil digestif de la larve de la Ptychodera contaminata. I. Pte Étude du revêtement épithelial et recherches sur la sécretion. La Cellule. VI. 183. 6 Abb. **1890.**

V. **Geoffroy**, Histoire des Insectes. I. 379. II. 629 (zitiert nach Tornier).

VIII. **Geoffroy-Hilaire St.**, Histoire génerale et partic. d. anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux. I—III. tb. I—XX. Paris. (Insbesondere I. 644, 735.) **1832—1836.**

VIII. **Gervais P.**, Cas de polymélie chez un Batracien du genre Polobates (cultripes). Mém. Ac. de Montpelier. Sect. de Sc. VI. 66. Proc. verb. d. Lnéaces. 17. **1864.**

VIII. **Gervais**, Comptes rendus Ac. Sciences. Paris. LIX. 801. **1864.**

VII. **Giard A.**, Recherches sur les Ascidies composées ou Synascidies. Arch. zool. Exp. I. 501. **1872.**

III. — — On some monstrosities of Asterias rubens. Ann. of Nat. hist. (5.) I. 259. **1878.**

VIII. — — L'autotomie dans la serie animale. Revue Scient. Paris. III. T. 13. **1887.**

VIII. — — Polyactylie provoquée chez Pleurodeles-Waltlü. C. Rend. de la Soc. de Biol. Paris. (10.) II. 789. **1895.**

II. — — Sur l'ethologie du Campanularia caliculata C. R. Soc. Biol. (10.) VIII. **1898.**

VIII. **Giardina A.**, Ricerchè sperimentali sui girini di Anuri. Monit. Zool. Italiano. XVI. 205—212. **1905.**

VIII. **Giebel C. G.**, Eine doppelschwänzige Eidechse. Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft. XXIV. 48. **1864.**

VIII. — — Monstrositäten von Rana temporaria und Bombinator igneus. Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft. XXIX. 504. **1867.**

IV. **[Ginanni]**, Lettere intorno alla recente scoperta degl' Insetti che si moltiplicano mediante le sezioni de' loro corpi. Raccolta d'opuscoli scientifici e filologici. (Angelo Calo gierà.) XXXVII. Venezia. 255. **1747.**

VIII. **Giuliani**, Sulla struttura del midolla spinale, e sulla riproduzione della coda della Lacerta viridis. Roma (Salviacci). **1878.**

VIII. **Glückselig M. Ch.**, Einige Beobachtungen über das Leben der Eidechsen. Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien. XIII. **1863.**

IV. **Gluschkiewitsch Th. B.**, Regeneration des Vorder- und Hinterendes der Clepsine tessulata. A. f. Entwm. XXV. 1. und 2. Heft. **1907.**

V. **Godelmann R.**, Beitrag zur Kenntnis von Bacillus Rossii Fabr. mit besonderer Berücksichtigung der bei ihm vorkommenden Autotomie und Regeneration einzelner Gliedmaßen. A. f. Entwm. XII. 265—301. tb. VI. **1901.**

II. **Godlewski E.** jun., Regeneration in Tubularia after longitudinal splitting. Preliminary Comm. Bull. intern. Acad. Sc. Cravovie. 387—396. 11 fig. **1902.**

VIII. — — Versuche über den Einfluß des Nervensystems auf die Regenerationserscheinungen bei den Molchen. Extr. du Bullet. de l'Ac. de mat. et nat. Cracovie. **1904.**

II. — — Zur Kenntnis der Regulationsvorgänge bei Tubularia mesembryanthemum. A. f. Entmw. XVIII. 111—160. 2 tb. 7 fig. **1904.**

VIII. **Goeldi E. A.**, Further Notes on the Amazonian Lepidosiren. Proc. Zool. Soc. 855. **1898.**

VIII. **Goette A.**, Über Entwicklung und Regeneration der Extremitäten bei Amphibien. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung der Naturforscher. 172. **1877.**

VIII. — — Entwicklung und Regeneration der Gliedmaßensk. der Molche. 4 photographische und lithographierte Abbildungen. Leipzig, Voss. **1879.**

II. — — Abhandlung zur Entwicklungsgeschichte des Tiere. 4. Entwicklungsgeschichte der Aurelia und Cotylorhiza. Hamburg. 14. 24. fig. 67—68. **1887.**

II. **Goeze J. A. E.**, Übersetzung von Trembleys Abhandlung über Polypen. Quedlinburg. XIV. Kupferstich. (XI—XIII inklusive.) **1775.**

V. — — Reproduktionskraft bei den Insekten. Tafel V, Fig. 8. Naturforscher par. XII. 221. **1777.**

II. **Goldfarb A. Y.**, Experimental Study of Light as a Factor in the Regeneration of Hydroids. J. exper. Zool. III. 129—152. **1906.**

II. — — Factors in the Regeneration of a compound Hydroid, Eudendrium ramosum. J. exper. Zool. IV. 317—356. **1907.**

VIII. **Goldstein Kurt**, Kritische und experimentelle Beiträge zur Frage nach dem Einflusse des Zentralnervensystems auf die embryonale Entwicklung und die Regeneration. A. f. Entwm. XVIII. 57—110. pl. V—VII. 2 tfig. **1904.**

V. **Goltz de Corvalho A.**, Sobre um caso teratologico do Portunus puber. Ann. Sc. N. Porto. I. 125—126. 2 fig. **1894.**

VIII. **Gomperz B.**, Zur Frage der Regeneration der substantia propria in Trommelfellnarben. Monatschrift für Ohrenheilkunde. XXVI. Nr. 4. 89—92. **1892.**

V. **Gonin J.**, Recherches sur la Métamorphose des Lépideptères. Bull. d. l. Soc. Vandoix des Sc. Nat. (3.) XXX. 122. **1894.**

VIII. — — Etude sur la régénération du cristallin. Zieglers Beiträge zur Anatomie. XIX. 497—532. 2 tb. **1896.**

V. **Goodsir H. D. S.**, A short account of the mode of reproduct. of lost parts in the Crustacea. Ann. Mg. of Nat. Hist. XIII. London. 67. **1844.**

V. — — (Auszug): On th. repr. of lost parts in th. Crustacea. Rpt. Brit. Assoc. Advcmt. Sc. 1844. London. 68. **1845.**

V. **Goodsir H. D. S.,** Anatomical a. pathological observations. Edimbourg. **1845.**

V. **Goodsir J..** The mode of reproduction of lost parts in the crustacea (1 pl.). The authors Anat. observ. Edinb. II. 471. **1868.**

VIII. **Gosse Ph.,** Annals and Mag. nat. Hist. III. 307. **1849.**

II. — — A History of the British Sea-Anemones and Corals. London. 21. **1860.**

V. **Graber V.,** Zur Entwicklungsgeschichte und Reproduktionsfähigkeit der Orthopteren. Sitzungsbericht der Akademie für Wissenschaften, Wien m.-n. Klasse. LV. I. 307, 321—322. tb. I—IV. **1867.**

V. — — Dasselbe: Ann. Mg. Nt. H. (3.) XIX. 147. **1867.**

IV. **Graff L. v.,** Neue Mitteilungen über Turbellarien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. V. 25. 405. **1875.**

IV. — — Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. 12 tfig. und 20 Tafeln. Leipzig, Engelmann. **1882.**

IV. **Grass E. S.,** Lumbricorum terrestrium Regeneratio. Acta Ac. Nat. Curios. 202. Nach Hescheler, 285: Alchemistisches Zeug; von eigentlicher Regeneration nicht die Rede. **1689.**

V. **Grassi B.** und **Sandhias A.,** Costituzione e Sviluppo della Societa dei Termitidi. Catania. 25. **1893.**

V. — — Qu. J. M. Sc. XXXIX. 245—322. pl. 16—20. **1897.**

V. **Gray A.,** Malformed Crabs. Nature. LVII. 561. (Nephrops norvegicus.) **1898.**

V. **Gray G. R.,** Synopsis of the Phasmidae in the British Museum, 19. Description of some sinularly formed orthopterous. Charlsworth's. Mg. of. Nat. hist. (2.) I. 141—145. **1837.**

I. **Greeff R.,** Über Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süßwasserrhizopoden, besonders in Rücksicht auf Teilbarkeit derselben. Archiv für mikroskopische Anatomie. III. 396. **1867.**

III. — — Über den Bau der Echinodermen. 3. Mitteilung. Sitzungsbericht der Gesellschaft zur Beförderung ges. Naturwissenschaft. Marburg. Nr. 11. **1872.**

III. — Asterids of the Canaries. **1872.**

V. **Griffini A.,** Di un *Pristes* tuberosus anomalo. Boll. de Musei d. Z. e A. Torino. XI. Nr. 234. 19. Mai. 1—3. **1896.**

V. — — Di dui *Acrididi* anomali. XI. Nr. 256. 1—3. fig. 1—2. 12. Sept. **1896.**

V. — — Descrizione d'una nuova Pseudofillide etc. e... una anomalia etc. XIII. Nr. 238. **1898.**

V. — — Auch: Miscellanea Entomologica. IV. Nr. 3. (fig.)

V. — — Ortotteri raccolti da Leonardo Féa nell' Africa occidentale. 1. Annali del Museo civico di Storia nat. Genova. (3.) II (XLII.) 358—397. [14—15.] 5. Aug. **1906.**

VIII. **Griffini L.,** Sur la régénération partielle du *foie*. Archives ital. de Biologie. V. **1884.**

— — Sur la reproduction totale ou partielle de l'appareil *folie* du lapin et des papilles calyciformes. Arch. ital. de Biologie. V. **1884.**

VIII. **Griffini L.** und **Vassale G.,** Sulla riproduzione della mucosa gastrica. Modena. 2 tb. **1888.**

VIII. **Griffini L.** und **Vassale E.**, Über Reproduktion der Magenschleimhaut. Zieglers Beiträge. III.

VIII. **Griffini L.** und **Marchiò G.**, Sulla rigenerazione totale della retina nei tritoni. Comm. prev. Riform. Med. Napoli. Anno V. 86, 92. **1889.**

V. **Groß J.**, Untersuchungen über das Ovarium der Hemipteren, zugleich ein Beitrag zur Amitosenfrage. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXIX. 2. Heft. 139—201. tb. XIV—XVI. **1901.**

VIII. **Grosser O.** und **Przibram H.**, Einige Mißbildungen beim Dornhai. (Acanthias vulgaris Risso.) A. f. Entwm. XXII. 21—37. 1 tb., 3 tfig. **1906.**

IV. **Grube E.**, Über den Lumbricus variegatus Müllers etc. Archiv für Naturgeschichte. X/I. 198—217. **1844.**

IV. — — Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte niederer Tiere rf. Leuckart. Archiv für Naturgeschichte. II. 244. (Mitteilungen über St. Vaast-la Hogue 19.) **1869.**

I. **Gruber A.**, Untersuchungen über einige Protozoen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXXVIII. 45. **1883.**

I. — — Über Einflußlosigkeit des Kernes auf die Bewegung, Ernährung. Wachstum usw. Biologisches Zentralblatt. III. 580. **1883.**

I. — — Über künstliche Teilung bei Infusorien. Biologisches Zentralblatt. IV. 717. V. 137. **1885/1886.**

I. — — Zur Physiologie und Biologie der Protozoen. Bericht der naturforschenden Gesellschaft Freiburg i./B. I. 31. **1886.**

I. — — Mikroskopische Vivisection. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft. VII. 47. **1893.**

VIII. **Grünberg W.**, Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der Blutkörperchen in den Lymphknoten. Dissertation. Dorpat. **1891.**

VIII. **Grunert**, Experimentelle Untersuchungen über die Regenerationsfähigkeit des Gehirnes bei Tauben. Festschrift für Neumann. 390. **1899.**

I. **Guanzati L.**, Osservazione e. sperienze int. ad un prodig. animaluccio delle infusioni. Opusc. scelti s. scienze eds. arti. XIX. 3—21. Milano. **1797.**

I. — — Deutscher Auszug: Siebold. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. VI. 432—442. **1855.**

VIII. **Günther A.**, Owens Anatomy of Vertebrates. I. 567. **1866.**

VIII. **Guitard**, Note sur un Lézard vert (Lacerta viridis) à deux queues. (I. pl.) Bull. de l. Soc. d'hist. nat. Toulouse. I. 1. 15. **1867.**

VIII. **Guitel F.**, Recherches sur les Lépadogasters. Archives zool. Expérim. (2.) VI. 423. tb. XXIV—XXXVII. **1889.**

II. **Guyon**, Zoologist. 7026. fig. (Anem. double.) (Zitiert nach Bateson 1894.)

V. — — Crustacea casting of their legs. Zoologist. XVIII. 7654. **1860.**

IV. **Haase H.**, Über Regenerationsvorgänge bei Tubifex rivulorum. Zeitsschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXV. 211. tb. IX—X. 11 tfig. **1899.**

VIII. **Haasler**, Über kompensatorische Lungenhypertrophie. Zentralblatt für allgemeine Pathologie. **1891.**

VIII. **Hackenbruch P.**, Experimentelle und histologische Untersuchungen über die Kompensations-Hypertrophie der Testikel. Dissertation. Bonn. **1888.**

IV. **Haddon A. C.**, On budding in Polyzoa. Q. J. M. Sc. (2.) XXIII. 516—555. XXXVII—XXXVIII. **1883.**

II. **Haddon A. C.,** Actiniae, Herdman: Biol. Res. of „Aragöcruise. Proc. Liverpool. Biol. Soc. V. 199—201. tfig. **1897.**

V. **Hadfield W.,** Loss of Limbs in stalk-eyed Crustacea. Zoologist. (3.) IX. 191. **1885.**

V. **Hadley P. B.,** Changes in Forms and Color in Successive Stages of the Am. Lobster. XXXV. Rep. Rhode Island. Fish. 44—80. (Nr. 19 sp. P.) **1905.**

I. **Haeckel E.,** Monographie der Moneren. Jenaer Zeitschrift. IV. 64—144. [84.] **1868.**

II. — — Naturkundliche Verhandlungen. Prov. Utrecht. Genootschap. v. K. e. W. I. 73. **1869.**

I. — — Studien über Moneren und andere Protisten. Biologische Studien. Heft I. Leipzig. **1870.**

III. — — Die Kometenform der Seesterne und der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXX. Suppl. 425—445. tb. XX. **1878.**

II. — — System der Medusen. 27. tb. II. fig. 38. **1881.**

II. — — Challenger. Deapsea Medusae. 17. **1881.**

VIII. **Haldemann S. S.,** Double headed Snakes. Americ. Nat. XIII. 535. **1879.**

IV. **Hallez P.,** Contributions á l'histoire naturelle des Turbellariés. Lille. **1879.**

V. — — Un mot d'historique a propos de l'Amputation reflexe des Pattes chez les Crustacés. Bulletin Sc. du Nord. (2.) XVII. 342. **1886.**

IV. — — Régénération et hétéromorphose. Rev. Sc. Paris. (4.) XII. 506—507. **1899.**

V. **Hampson G. T.,** On some Teratological Specimens of Lepidoptera. The Entomologists Monthly Magazine (2.) XI. XXXVI. 197—198. **1900.**

VIII. **Handmann,** Autotomie und Selbstverstümmelung. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. IV. 699. **1905.**

V. **Hanni M.,** Neue Beobachtungen über die Fortpflanzung der vivip. Dipterenlarven. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XV. 375. tb. XXVII. **1865.**

II. **Hargitt Ch. W.,** Revent Experiments on Regeneration. Zool. Bull. Boston. I. 27—34. 5 fig. **1898.**

II. — — Notes on Cordylophora. Ibid. 205—208. **1898.**

II. — — Experimental Studies upon Hydromedusae. Biol. Bull. I. 35—57. fig. **1900.**

II. **Hargitt Ch. W.,** Regeneration in Scyphomedusae. (Proc. Amer. Soc. Zool.) American Naturalist. XXXVIII. 517—519. **1904.**

II. — — Regeneration in Rhizostoma pulmo. J. exp. Zool. **1904.**

II. **Hargitt G. Th.,** Notes on the Regeneration of Gonionema. Biol. Bull. Woods Hole IV. 1—10. 11 fig. **1902.**

II. — — Regeneration in Hydromedusae. A. f. Entwm. XVII. 64—91. 4 pl. **1903.**

VIII. **Harlan R.,** Note on the Amphiuma means. Journ. of the Academy of Nat. Sc. VI. 147. **1827.**

IV. **Harmer S. F.,** On the regeneration of lost parts in Polyzoa. Rep. 60. Meet. Brit. Ass. Adv. Sc. 862. **1891.**

IV. — — On the british species of Crisia. Qu. J. M. S. (2.) XXXII. 127—129. Abb. 12. **1891.**

IV. **Harper E. H.,** Notes on Regulation in Stylaria lacustris. Biol. Bull. VI. 173—190. 16 fig. **1904.**

VIII. **Harrison R. G.,** The Growth a. Regeneration of the Tail of the Frog Larva. Studied with the Alid of Born's Method of Grafting. A. f. Entwm. VII. 430—485. tb. X—XI. 21 tfig. **1898.**

VIII. **Harting J. E.,** On the Periods and Intervals at wich the common lizard (Zootoca vivipara) casts its skin. Zoologist. (3.) IV. 408. **1880.**

V. **H[artin]g [Pieter],** Regeneratie der oogen von Kreeften, Album der natuur (Wetensch. bijblad). 45. **1873.**

II. **Hartlaub,** Über Reproduktion des Manubrium bei Sarsien. Verhandlungen der zoologischen Gesellschaft der 6. Jahresversammlung. 28—30. V. 1896. 182—291. **1896.**

IV. **Harvey W. H.,** The Sea-side Book. London. **1857.**

V. **Hasemann J. D.,** The Direction of Differentiation in Regenerating Crustacean Appendages. A. f. Entwm. XXIV. 617—637. pl. XIX—XXVII. **1907.**

V. — — The Reversal of the Direction of Differentiation in the Chelipeds of the Hermit Crabs. A. f. Entwm. XXIV. 663—669. pl. XXIX. + 1 tfig. **1907.**

IV. **Hatschek B.,** Embryon. Entwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXIX. 502. tb. XXVIII—XXX. **1877.**

IV. — — Lehrbuch de Zoologie. 2. Lieferung. 145 fig. **1889.**

VIII. **Hawkes J.,** Lizard with bifid tail. Zooligst vol. XIX. 7514. **1861.**

IV. **Hazen Annah P.,** The Regeneration of a Head nistead of a Tail in an Earthworm. Anatomischer Anzeiger. XVI. 536—541. 6 fig. **1899.**

II. — — The Regeneration of an Oesophagus in the Anemone, Sagartia luciae. A. f. Entwm. XIV. 592—599. tb. **1902.**

II. — — Regeneration in Hydractinia and Podocoryne. Amer. Naturalist. XXXVI. 193—200. 6 fig. **1902.**

II. — — Regeneration in the Anemone, Sagartia luciae. Eb. XVI. 365—376. 11 fig. **1903.**

II. **Hefferan M.,** Experiments in Grafting Hydra. A. f. Entwm. XIII. 565—587. 2 fig. **1902.**

V. **Heineken C.,** On the Reproduction of Members in Spiders and *Insects*. Zool. Journ. IV. 284. **1829.**

V. — — Experiments and Observations on the Casting off and Reproduction of the Legs in *Crabs* and Spiders. Zool. Journ. IV. 422. **1829.**

VIII. **Heinroth,** Der Verlauf der Schwingen- und Schwanzmauser der Vögel. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde. Berlin. 95. **1898.**

VIII. **Heinz R.,** Über Blutdegeneration und -regeneration. Sitzungsbericht vom 8. Mai 1899. Phys. Med. Soc. Erlangen. XXXI. **1900.**

VIII. **Heitzmann G.,** Über die Rück- und Neubildung von Blutgefäßen in Knochen und Knorpeln. 2 tb. Medizinisches Jahrbuch. Wien. 178. Jahrgang 1873. **1873.**

VIII. **Helferich H.,** Zur Lehre vom Knochenwachstum. Versuche über Hemmung des Längenwachstums durch Exstirpation des Intermediär-

knorpels. 1 Abb. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung. Leipzig. 93. **1877.**

VIII. **Helm F.**, Einiges über den Gartenschläfer (Myoxus quercinus). Zoologischer Garten. XXVIII. 217 (219). **1887.**

V. **Henking H.**, Biologische Beobachtungen an Phalangiden. Zoologisches Jahrbuch. III. Abteilung Syst. 319. **1888.**

VIII. **Hennig C.**, Eine zweiköpfige Eidechse. Zoologischer Garten. XI. Jahrgang. 196. Kosmos. 1869. **1870.**

IV. **Hepke P.**, Zur Regeneration der Naïden. Zoologischer Anzeiger. XIX. Nr. 250. 513—516. **1896.**

IV. — — Über histo- und organogenetische Vorgänge bei den Regenerationsprozessen von Naïden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXIII. 263. tb. XIV und XV. **1897.**

V. **Herbst C.**, Über Regeneration von antennenähnlichen Organen an Stelle von Augen. 1. Mitteilung. A. f. Entwm. II. 554—558. tb. XXXI. **1896.**

V. — — Dasselbe: 2. Mitteilung. Versuche mit Sicyonia sculpta. Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich. Jahrgang XLI. (Jubelband.) 435—454. tb. 8. **1896.**

V. — — Dasselbe: 3. Mitteilung. Weitere Versuche mit total exstirpierten Augen. A. f. Entwm. IX. 215—257. tb. VIII—X+1 tfig. **1900.**

V. — — Dasselbe: 4. Mitteilung. Versuche mit teilweise abgeschnittenen Augen. A. f. Entwm. 257—292. **1900.**

V. — — Dasselbe: 5. Weitere Beweise für die Abhängigkeit der Qualität des Regenerates von den nervösen Zentralorganen. A. f. Entwm. XIII. 436—441. 1 tb. **1901.**

V. — — Über die formativen Beziehungen zwischen Nervensystem und Regenerationsprodukt. Zeitschrift für Naturwissenschaft. LXXIV. 134—135. (Tagbl. des 5. internationalen zoologischen Kongresses.) **1901.**

V. **Herculais Künckeld'**, Recherches sur l'Organisation et le Développement des Volucelles 160. **1875.**

V. **Herklotz J. A.**, Sur quelques monstruos. obs. chez d. Crust. (1 pl.) Arch. neerl. sc. exact. et nat. V. 410. **1870.**

V. — — Misvormingen by Schaaldieren waargenomen (Med. 1 Pl.). Tijdschr. v. Entom. 14. Jarg. (2. Ser. 6 Decb.) 69. **1871.**

VIII. **Herklotz O.**, Über den Wiederersatz verloren gegangener Gliedmaßen bei Triton critatus. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien. XXI. 1. Sitzungsbericht. 54—55. **1871.**

VIII. **Hermann F.**, Die postfötale Histiogenese des Hodens der Maus. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXV. 439. tb. 26. **1889.**

VIII. — — Beiträge zur Histologie des Hodens. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXIV. 58. **1889.**

V. **Herman O.**, Beitrag zu den Difformitäten bei den Coleopteren. Term. Füzetek. I. 52—53. tb. II. fig. 6—9. **1877.**

VIII. — — Vögel mit difformen Schnäbeln. (Revue.) Természetrajzi Füzetek. I. 116—118. Abb. VI. fig. 1—3. **1877.**

III. **Hérouard**, Arch. Zool. exper. (2.) ser. VII. 559—560, 680—681, 687. **1889.**

V. **Herrick F. H.**, The American Lobster, Bulletin U. St. Fish. Commiss. XVIII. Art. 1. tb. A—J, 1—54. 223. **1895.**

VIII. **Hertwig O.**, Über den Wert der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLII. 622—805. tb. 39—44. **1893.**

I. **Hertwig R.**, Über die Konjugation der Infusorien. Abhandlungen der königlich bayrischen Akademie. II. Cl. XVII. I. Abteilung. 153. tb. I—IV. **1889.**

IV. **Hescheler K.**, Über Regenerationsvorgänge bei Lumbriciden. Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft. XXX. (N. F. XXIII.) 177—288. tb. XIV. XV. **1896.**

IV. — — Weitere Beobachtungen über Regeneration und Selbstamputation bei Regenwürmern. Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich. 42. Jahrgang. 54. **1897.**

IV. — — Histo- und organogenetische Untersuchungen. Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft. XXXI. (N. F. XXIV.) 521—604. tb. XXI—XXVI. **1898.**

IV. **Hesse R.**, Das Sehen der niederen Tiere. Erweiterte Bearbeitung eines auf der 79. Versammlung deutscher Naturf. gehaltenen Vortrages. Jena, Fischer. **1908.**

VIII. **Heusinger**, Sur la régénération des poils. (Journal complém. du Dictionnaire des sciences médicales. XIV. 339. **1822.**

VIII. — — (Auch Meckel, Deutsches Archiv. VII. 557.) **1822.**

II. **Heyder A. v.**, Gattung Cladocera. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften. Wien. M. natw. Kl. LXXXIV. I. Abteilung. **1881.**

IV. **Hincks Th.**, A history of th. brit. marine Polyzoa. vol. Van Voorsl. London. **1880.**

VIII. **Hines C. Sh.**, The influence of the Nerve on the Regener. of the leg of Diemyctylus. Biol. Bull. X. Nr. 1. **1905.**

VIII. **Hirota S.**, Notes on a Scink with an Accessory Tail. Zool. Mag. Tokio. VII. 107. tb. 15. **1895.**

III. — — Anatomical notes on the „Comet" of Linckia multiform. Zool. Mag. Tokyo. VII. 95. **1895.**

VIII. **His**, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Cornea. **1865.**

V. **Hirschler J.**, Studien über Regenerationsvorgänge bei Lepidopterenpuppen. Anatomischer Anzeiger. XXIII. 612—627. **1903.**

V. — — Weitere Regenerationsstudien an Lepidopterenpuppen. (Regeneration des vorderen Körperendes.) Anatomischer Anzeiger. XXV. 417—435. 5 fig. **1904.**

IV. — — Über regulatorische Vorgänge bei Hirndineen nach dem Verluste des hinteren Körperendes. Zoologischer Anzeiger. XXXII. Nr. 8. (15. Oktober.) **1907.**

VII. **Hjort J.**, Über den Entwicklungszyklus der zusammengesetzten Aszidien. Neapler Mitteilungen. X. **1893.**

VII. **Hjort J.** und **Bonnevie Kr.**, Über die Knospung von Distaplia magnilarva. Anatomischer Anzeiger. X. 389. **1895.**

I. **Hofer B.**, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Kernes auf das Protoplasma. Jenaer Zeitschrift. XXIV. 105. **1890.**

V. — — Eine Abnormität beim Krebs. Allgemeine Fischereizeitung. München. 18. Jahrgang. 298. **1893.**

V. — — Ein Krebs mit einer Extremität st. e. Stielauge. Sitzungsbericht Ges. Morph. Phys. X. 129. **1893.**

VIII. — — St. Petersburger Zeitung. 7.—20. April. **1897.**

VIII. — — Allgemeine Fischereizeitung. Nr. 1. **1901.**

VIII. **Hoffmann W. J.**, Molting of the horned toad. (Phrynosoma Douglasi.) Proceed. Zool. Soc. London. XIII. 326. **1879.**

IV. **Hoffmeister W.**, Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer. Braunschweig. **1845.**

VIII. **Hofmann**, Epithelneubildung auf den Corneen. Virchows Archiv. LI. **1860.**

VIII. **Holfert**, Sitzungsbericht Gesellschaft Isis in Dresden. 148. **1869.**

I. **Holmes S. J.**, The Behavior of Loxophyllum and its Relation to regeneration. Journ. exp. Zool. IV. 399—418. 7 tfig. **1907.**

V. **Honrath E.**, Einige Varietäten, Abnormitäten, Monstrositäten und Hermaphroditen von Lepidopteren. Berliner Entomologische Zeitschrift. 498—503. Tabelle VIII. **1888.**

V. **Hope F. W.**, Journal of Proceedings of the Entomol. Soc. Lond. Feb. 3. **1840.**

V. — — Dasselbe: May 5. **1845.**

V. — — Ann. Mg. Nt. Hist. XVIII. 353. **1846.**

VIII. **Hopley C.**, Observations on a Remarkable Development in the Mudfish. Americ. Natural. XXV. 487. fig. 3. **1891.**

IV. **Horst R.**, Het. herstellingsvermogen der Dieren. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. 6. Deel. 35. Leiden. **1882—1885.**

IV. — — On a specimen of Lumbricus w. bifurcated tail. Notes Leyden Museum. VIII. 42. **1886.**

IV. — — Over bet herstellingsvermogen von Lumbricus. Tijdschr. Nederl. Dierk Ver. (2.) Deel I. 32. **1885—1887.**

VIII. **Houzé P.**, Considérations sur l. mode de régénér. des tendons. Thése Sill. 49. **1894.**

VIII. **Howel W. H.** und **Huber G. C.**, Physiol., Histol. and Clinic Study of the Degen. and Regen. in Peripheral Nerve Fibres after Severance of their connections with the Nerve Centres. Journ. Phys. Cambridge. XIII. 335. tb. 12—17. **1892.**

V. **Howes G. B.**, On the Reproduction of the „Feeler" of the Lobsters Antena. Journ. Anat. Physiol. XVI. 47. **1882.**

V. — — Exhibition and remarks upon, an original drawing of the head of on abnormal Palinurus. (P. penicillatus.) Proc. Zool. Soc. Lond. 468. **1887.**

IV. **Hubrecht A. A. W.**, The Relation of th. Nemertea to the Vertebrata. Q. J. M. Sc. (2.) XXVII. 605—644. Abb. 42. **1887.**

V. **Huet L.**, Nouvelles recherches sur les crustacés isopodes. Journ. Anat. Physiol. année 19. 241. Abb. 12—15. **1883.**

I, V. **Hübner O.**, Neue Versuche aus dem Gebiete der Regeneration und ihre Beziehungen zu Anpassungserscheinungen. (Diss. Jena., 1902.) Zool. Jahrb. XV. Abteilung für Systematik. 461—498. tb. 28, 29. **1902.**

V. **Hummel**, Quelques observations sur la Blatte germanique. Essais ento mologiques. St. Petersburg. **1821.**

VIII. **Humphry G. M.**, Obs. on the Growth of the long bones a. of stumps. Med. chir. Trans. XLIV. 117. 1 pl. **1861.**

VIII. — — Proc. R. Med. a Chir. Soc. III. 370. **1861.**

V. **Huxley T. H.**, The Crayfish. 38. **1881.**

VIII. **Hyrtl**, Über normale Querteilung der Saurierwirbel. Sitzungsbericht der Akademie. Wien. Math.-natur. Klasse. IV. 158. **1853.**

II. **Ishikawa C.**, Trembleys Umkehrungsversuche an Hydrozoen nach neuen Versuchen erklärt. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLIX. 433. tb. XVIII—XX. **1890.**

IV. **Iwanow P.**, Die Regeneration von Rumpf- und Kopfsegmenten bei Lumbriculus variegatus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXV. 327—390. **1903.**

IV. — — Über die Regeneration der Segmente bei Polychaeten. C. rendus des seances. Trav. d. l. Société Impér. d. Naturalistes de St. Petersburg. XXXV. 1. Nr. 4 (russisch und französisch). **1904.**

IV. — — Die Regeneration der Segmente bei den Polychaeten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXXV. 1—47. 3 tb. **1906.**

IV. — — Die Regeneration bei Spirographis Spallanzanii. Traveaux Société Naturaliste St. Petersburg. XXXVII. livr. 1. **1907.**

IV. **Jacobi R.**, Anatomisch-histologische Untersuchungen der Polydoren der Kieler Bucht. Kieler Dissert. Weißenfels. 2 Abb. **1883.**

V. **Jacobs J. C.**, Antenne complém. chez la Teuthredopsis nassata ♂. Compt. rend. Soc. Entom. Belg. XXV. 96. **1881.**

V. **Jaeger G.**, Meckels Archiv für Anatomie und Physiologie. 95. tb. XI, fig. 3. **1826.**

V. — — Vergleichende Darstellung der mißgebildeten Scheren des gemeinen Flußkrebses (Astac. fluv.) und der mißgebildeten Schere einer Krabbe (Cancer uca Linn. Uca Una Latz.) aus Surinam. Jahreshefte des Vereines für vaterländische Naturkunde. XVII. 33, 42. Tafel I, Fig. 12, 13. **1851.**

VIII. **Jaekel J.**, Über Schnabelmißbildungen verschiedener Vögel. Der Zoologische Garten. VI. 134. **1865.**

IV. **Janda V.**, Über die Regeneration des zentralen Nervensystem und Mesoblastes bei Rhynchelmis. Sitzungsber. böhm. Ges. Wiss., m.-n. Kl. Věstn. České Společn. Nauk. tř. m. p. Nr. 11. 59. 3tb. 6 fig. **1902.**

VI. **Jatta G.**, I cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 23. Monographie. 224. **1896.**

VIII. **Jentink**, Notes Leyden Museum. X. 41. **1887.**

I. **Jensen P.**, Über individuelle physiologische Untersuchungen zw. Zellen der gleichen Art. Pflügers Archiv. LXII. 172. **1895.**

VIII. **Johert de Lamballe.** De la régénération des tendons Comptes rendus. LIII. 425. **1861.**

IV. **Joest E.**, Transplantationsversuche an Lumbriciden. A. f. Entwm. V. 419—559. tb. VI—VII.+18 tfig. **1897.**

I. **Johnson H. P.**, Contribution to the Morphology and Biology of the Stentors. Journal of Morphology. VIII. 467—562. tb. **1893.**

IV. — — A new type of Budding in Annelids. Biol. Bull. II. 336—337. **1901.**

IV. **Johnson J. R.**, Observations on the genus Planaria. Phil. Trans Roy. Soc. Lond. part. II. 437—447. **1822.**

IV. — — Observations on the genus Planaria: Philosoph. Trans part. II. 247—256. **1825.**

VIII. **Johnson, Rotwell H.**, Three polymelous frogs. Americ. Naturalist. XXXV. Nr. 409. Januar. **1901.**

VIII. **Jolly J.**, Sur la mode de cicatrisation des plaies de la membrane interdigitale du *canard*. Bull. Soc. anat. Paris. LXXII. 792—793. **1897.**

VIII. — — Sur le mode de la cicatrisation des plaies de la membrane interdigitale de la *grenouille*. Bull. Soc. Anat. Paris. LXXII. 605—608. 3 fig. **1897.**

VIII. **Joly E.**, Etudes sur la structure, le dev., la nutr. et la régénér. des os. Mém. acad. imp. oc. Toulouse. XLI. Nr. 806. 1 pl. **1864.**

VIII. — — (6.) III. 136. **1865.**

V. **Jones E. H.**, Abnormal larva of Melanippe montonata: Entomologist. XVI. 121. **1883.**

V. — — Dasselbe: Americ. Nat. XVII. 1175.
Science. II. 55.

IV. **Jourdain S.**, Notes sur le chétoptére à parchemin (Ch. p.) Mem. de la Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg. XI. 76—80. **1865.**

IV. — — Sur une espéce de Chétoptére des côtes de la Manche. Assoc. scient. de France. Bull. hebd. Nr. 33. 15. Sept. **1867.**

IV. — — Notice zoologique et anatomique sur une espéce de Chétoptére des côtes de la Manche (Ch. Quatrefagesi). Paris. **1868.**

VIII. **Jourdain**, Monstre ectromèle renc. sur une Rana temporaria. Bullet. Soc. Sc. Nancy. (2.) III. 10. **1877.**

IV. **Jourdan E.**, Etudes histol. sur deux espèces de genre Eunice. Ann. Sc. N. (7.) II. 239—304. tb. XII—XVI. (264—270. fig. 5, 6). **1887.**

IV. **Joyeux-Laffuie**, Etude monographique du Chétoptère. (Chaetopterus variopedatus.) Arch. zool. exp. (2.) VIII. 245—260. **1890.**

VIII. **Judd S. D.**, An Abnormal Pes of Columba Livia Am. Nat. XXIX. 57. 1 Abb. **1895.**

V. **Jurine L.**, Histoire des Monocles. Genève—Paris. J. J. Pachoud. **1820.**

IV. **Kallstenius E.**, Eine neue Art der Oligochaetengattung. Amphichaeta. Verhandlungen des biol. Vereines Stockholm. IV. 42. 15 fig. **1892.**

VIII. **Kammerer P.**, Beitrag zur Erkenntnis der Verwand schaftsverhältnisse von Salamandra atra und maculosa. A. f. Entwm. XVII. **1904.**

VIII. — — Über *Abhängigkeit* des Regenerationsvermögens der Amphibienlarven von Alter, Entwicklungsstadium und spezifischer Größe. A. f. Entwm. XIX. 148—180. tb. VI. **1905.**

VIII. **Kammerer P.**, Die angeblichen *Ausnahmen* von der Regenerationsfähigkeit bei den Amphibien. Zentralblatt für Physiologie. XIX. 2. Dezember. **1905.**

VIII. — — Regeneration sekundärer *Sexualcharaktere* bei den Amphibien. A. f. Entwm. XXV. 82—124. 2 tb. **1907.**

V. — — Die Regeneration des Dipterenflügels beim *Imago*. A. f. Entwm. **1907.**

V. **Karawaiew W.**, Vorläufige Mitteilung über die innere Metamorphose bei Ameisen. Zoologischer Anzeiger. XX. 415—422. **1897.**

V. **Károlyi P.**, Astacus leptodactylus Esch. mit ästig difformer Schere. Term. Füzetek. I. 53. pl. II. **1877.**

VIII. **Kathariner L.**, Über Bildung und Ersatz der Giftzähne bei Giftschlangen. Zoologisches Jahrbuch. Abteilung: Morphologie. X. 55. 5 fig. tb. VI—VIII. **1897.**

IV. **Keller J.**, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasserturbellarien. Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft. XXVIII. 370—407. Abb. 26—29. **1894.**

III. **Kellogg, Vernon L.**, Restorative Regeneration in nature of the starfish Linckia diplax. J. exp. Z. I. 353—356. 6 fig. **1904.**

V. — — Regeneration in Larval Legs of Silkworms. Journ. exp. Zool. I. 593—599. 10 fig. **1904.**

V. — — Physiological Regeneration in Insects. Science N. S. XXIII. 149—152. **1906.**

VIII. **Kennedy R.**, On the Regeneration of Nerves. Phil. Trans. CL, XXXVIII, 257. tb. 4—9. (Vorläufige Mitteilung. Journ. Anat. Phys. London. XXXI. 447. und Proc. R. Soc. London. LX. 472.) **1897.**

IV. **Kennel J. v.**, Über Ctenodrilus pardalis. Arbeiten aus dem zoologischen Institute Würzburg. V. 373—429. tb. XVI. **1882.**

IV, VIII. — — Über Teilung und Knospung der Tiere. Festrede. Dorpat. **1888.**

IV. — — Untersuchungen an neuen Turbellarien. Zoologisches Jahrbuch. Morphologische Abteilung. III. 447—484. (468—471.) tb. XVIII, XIX. **1888.**

VIII. **Kiersnowski A.**, Zur Regeneration des Uterusepithels nach der Geburt. Anatomische Hefte. I. Abteilung. IV. 479. tb. 38. **1894.**

IV. **Kinberg J. G. H.**, On Regeneration of Lufvudet och de främre segmenterana hos en Annulat. Ofv. K. Vet. Förh. 53. (1868.) **1867.**

III. **King Helen D.**, Regeneration in Asterias vulgaris. A. f. Entwm. VII. 351. tb. VIII. **1898.**

III. — — Further Studies on Regeneration in Asterias vulgaris. A. f. Entwm. IX. 724—737. 19 tfig. **1899—1900.**

II. — — Observations and Experiments on Regeneration in Hydra viridis. A. f. Entwm. XIII. 135—178. 31 fig. 1901. **1901.**

II. — — Further Studies on Regeneration in Hydra viridis. A. f. Entwm. XVI. 200—242. 3 pil. **1903.**

II. — — Notes on Regeneration in Tubularia crocea. Biol. Bull. VI. 287—306. 7 fig. **1904.**

VIII. **Kingsly J. S.**, A case of Polymely in the Batrachia. Paoc. Bost. Soc. Nat. Hist. XXIX. 169. **1882.**

VIII. **Kirkland W.**, Double-headed Sknakes. (Regina leberis, Tropidonotus septemoittatus). Amer. Nat. IV. 375. **1871.**

V. **Klein**, Regeneration, Transplantation und Autotomie im Tierreiche. Fauna Luxemburg. 5—7. 220. **1895—1897.**

V. **Klemensiewicz S.**, Zur Teratologie der Schmetterlinge. Societas entomologica. (Zürich.) V. 1. April 1890. — 15. März 1891. Nr. 10. 75. **1890—1891.**

V. — — Merkwürdige Fühlerbildung bei einer Zygaena-Spec. (Sep.) Illustrierte Zeitschrift für Entomologie. V. 168—169. **1900.**

V. **Klingelhöffer**, Monströse Käfer. Stettin. Entomologische Zeitschrift. V. Jahrgang. 330. **1844.**

V. **Klintz J. H.**, Regeneration der Antenne bei der *Kellerassel.* (Porcello scaber Latr.) A. f. Entwm. XXIII. 552—559. tb. XXIV. **1907.**

V. — — Versuche über das geringe Regenerationsvermögen der *Cyclopiden.* Ebenda. XXV. 7 tfig. **1907.**

VIII. **Kloster R.**, Zur Kenntnis der Regeneration. durchschnitt. Nerven. Eine experimentelle Studie. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLI. 688. tb. 40. **1893.**

VIII. **Knappe E.**, Das Biddersche Organ. Morphologisches Jahrbuch. XI. 489. tb. XXVIII. **1886.**

VIII. **Knauer Fr.**, Die periodische Häutung der Reptilien und Amphibien. Zoologischer Anzeiger. II. 496—499. **1879.**

VIII. **Kneeland**, Mitteilungen über die Lebensweise von Menobranchus. Proc. Bost. Soc. VI. **1859.**

VI. **Kobelt W.**, Lebensfähigkeit von Süßwassermuscheln. Nachrichtsblatt der deutschen Malak. Ges. 7. Jahrgang. 29. **1875.**

VIII. **Kochs W.**, Versuche über die Regeneration von Organen bei Amphibien. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLIX. 441—461. 3 fig. tb. 18. **1897.**

VIII. **Köhler O.**, Ein Analogon zu der bei Regeneration wiederholt beobachteten Gabelschwanzbildnng der Eidechsen. Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde. I. 235. **1904.**

III. **Koenen v.**, Beiträge zur Kenntnis der Crinoiden des Muschelkalkes. Abh. Ges. Wiss. Göttingen. XXXIV. 1. 1 tb. **1887.**

VIII. **Koller H.**, Ist das Periost bindewebig vorgebildeter Knochen imstande, Knorpel zu bilden? A. f. Entwm. III. 624—656. tb. XXVII. **1896.**

VIII. **Kops F. L.**, Mém. sur la régénér. osseuse. Journ. de Méd. chir. et pharm. Bruxelles. IIe Série. T IX. **1866.**
sep. Mauceaux. **1866.**

VIII. **Korolew E. E.**, Über den Ursprung und die Bedeutung der Ganglienzellen bei der Regeneration verletzter Nerven. Zentralblatt für medizinische Wissenschaft. XXXV. Jahrgang. 113—129. **1897.**

II. **Korotneff A.**, Anatomische, biologische und embryologische Beobachtungen an Hydra. Vortrag. Verhandlungen der zoologischen Sektion der VI. Versammlung russischer Naturforscher und Ärzte. (Mitgeteilt von Brandt.) Anatomischer Anzeiger. III. 165. **1880.**

VII. **Korottneff A. D.**, Knospung der Achinia. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XL. 50—61. **1884.**

IV. **Korschelt E.**, Uber Ophryotrocha puerilis. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LVII. 224. tb. XII—XV. und 6 tfig. (233.) **1894.**

IV. — — Transplantationsversuche an Regenwürmern. Sitzungsbericht der Gesellschaft für Naturwissenschaft. Marburg. Nr. 2. **1895.**

IV. — — Über das Regenerationsvermögen der Regenwürmer. Sitzungsbericht. Marburg. 72. 5 fig. **1897.**

IV. — — Über Regenerations- und Transplantationsversuche an Lumbriciden. Verhandlungen Deutscher zoologischer Gesellschaft. 8. Versammlung 79. 18 fig. **1898.**

IV. — — Über Doppelbildung bei Lumbriciden. Zoologische Jahrbücher. Suppl. VII. (Weißmann-Festschrift.) 257—300. tb. XIII, XIV und 17 tfig. **1904.**

V. — — Neues über den Ersatz verloren gegangener Gliedmaßen bei den Arthropoden. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. VI. Abteilung. Helgoland. 505—506. **1906.**

III. **Kowalewsky A. F.**, Über die Vermehrung der Seesterne durch Teilung und Knospung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXX. Suppl. 424—445. tb. XX. **1878.**

V. — — Beiträge zur nachembryonalen Entwicklung der Musciden. Zoologischer Anzeiger. 8. Jahrgang. 98—103, 123—128, 153—157. **1885.**

V. **Kraatz G.**, Berliner Entomologische Zeitschrift. XVI. 429—430. **1873.**

V. — — Deutsche Entomologische Zeitschrift. XX. 377. pl. **1876.** (Bateson Mat. f. Study of Var. 147. Cimbex axillaria.)

VIII. **Krahé S.**, Experimentelle und histologische Untersuchungen über die kompensatorische Hypertrophie der Speicheldrüsen. Dissertation. Bonn. **1888.**

VIII. **Krapoll**, Experimentelle und histologische Untersuchungen über die Regeneration der männlichen Mammilla. Dissertation. Bonn. **1898.**

V. **Krause A.**, Monströser Prionus coriarius. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde. Berlin. 145. fig. [2 überzählige Hinterbeine.] **1888.**

VIII. **Krause W.**, Über das vordere Epithel der Cornea. Archiv für Anatomie Physiologie. 232. **1870.**

VIII. **Krebsbach P.**, Über die Regeneration der Milz. Dissertation. Bonn. **1889.**

V. **Kriechbaumer J.**, Höchst merkwürdige Mißbildung eines Fühlers von Bombyx variabilis. Entomologische Nachrichten. 15. Jahrgang. 281. (Fühler am Ende mit Klauen, wie an einem Fuß.) **1889.**

IV. **Kroeber Johanna**, An Experimental Demonstration of Regeneration of the pharynx of Allolobophora from Endoderm. Biol. Bull. II. 105—110. **1901.**

VI. **Krohn**, Über Vertumnus thetidicola. Müllers Archiv. 418. (IX.) **1842.**

VI. — — Observations sur deux nouveaux genres de Gastéropodes (Lobiger et Lophocercus.) Ann. Sc. Nat. (3.) VII. 52—60. pl. 2. fig. 1 et 2. **1847.**

VIII. **Krückmann**, Archiv für Ophthalmologie. XLVIII. **1899.**

IV. **Kükenthal W.**, Beobachtungen am Regenwurm. Biologisches Zentralblatt. VIII. 80—86. **1889.**

I. **Labbé A.**, Rech. zoolog. et biolog. s. l. paras. endoglob. d. sang. des Vertebrés. Archives zool. expér. et gén. (3.) II. 54—258. pl. VIII. fig. 31. **1894.**

VI. **Lacaze-Duthiers, H. de,** Sus la formation des monstres doubles chez les Gastéropodes (av. 1 Pl.) Arch. de zool. exp. et gén. IV. 483—492. **1875.**

VIII. **Lacépède,** Histoire naturelle des quadrupieds ovipares et des serpents. 2. Auflage. Paris. **1857.**

VIII. **Laguesse E.,** Sur la régénér. du sang après saignée chez l'embryon. Comptes Rend. Soc. d. Biol. Paris. (9.) II. **1890.**

III. **Lamarck J. B. P. A. de,** Hist. nat. d. anim. sans vert. T. I. Paris. 479. **1835—1840.**

VIII. **„Lancet",** London. I. 45. 11. Oktober. **1828.**

VIII. **Landois H.,** Eine dritte Edelhirschgeweihstange über dem mit der Hinterhauptschuppe verwachsenen Zwischenscheitelbein. A. f. Entwm. XVIII. 265—266. 1 fig. **1904.**

IV. **Lang A.,** Die Polycladen (Seeplanarien), Fauna und Flora von Neapel. 11. Monogr. 39 Abb. **1884.**

II. — — Gastroblasta Raffaelli, eine durch eine Art unvollständiger Teilung entstandene Meduse. Jenaer Zeitschrift. XIX. tb. XX—XXI. **1886.**

II. — — (Vorläufige Mitteilung desselben.) Meduse mit vielen Magenschläuchen. Sitzungsbericht der Gesellschaft für Naturwissenschaft. Jena. 8—9.

II. — — Jenaer Zeitschrift. XX. 1. Supplement. 751. **1887.**

II. — — Knospung bei Hydra. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LIV. 365—385. **1892.**

IV. **Langerhans P.,** Über einige kanarische Anneliden. 2 Abb. Nov. Act. Leop. Carol. Acad. XLII. 95—124. Halle. **1881.**

VIII. **Langley J. N.,** Note on regeneration of Prae-Ganglionic Fibres of Sympathetic. Journ. Phys. Cambridge. XVIII. 280. **1895.**

VIII. — — On the Regeneration of Pre-Ganglionic and of Post-Ganglionic Visceral Nerve Fibres Journ. Anat. Phys. London. 215. **1897.**

VIII. **Larcher O.,** Mélanges de Pathologie comparée et de Tératologie. Fasc. I. Paris. P. Asselin.
(Note pour servir à l'histoire de la pygomélie chez les Oiseaux. 15—24;
Mém. sur les difformités du bec chez les Oiseaux. 25—41.) **1873.**

VIII. **Laserre,** Note sur une couleuvre à deux têtes. Bullet. Soc. l'hist. nat. Toulouse. XIV. 265. **1880.**

VIII. **Lataste F.,** A propos d'un squelette monstrueux de batracien anoure (Al. obstretricans). Rev. intern. de Sc. III. 49. **1879.**

VIII. — — Documents pour l'éthiologie des Mammifères; notes prises sur différents rongeurs. Actes Soc. Linéénne Bordeaux. XLI. 201. **1887.**

VIII. — — Gleicher Titel. XLIII. 61. **1889.**

VIII. — — Transformation périodique de l'épithelium du vagin des Rougeurs (Rythme vaginal.) N. Act. Société de Chili. IIe Année. Notes et Mem. 262. **1892.**

VIII. — — Dasselbe: C. R. Soc. Biol. Paris. (9.) IV. 765. **1892.**

VIII. **Lataste F.**, La peau des Batraciens est nue et muqueuse, semblable sous ce rapport p. ex. à la muqueuse vaginale de la femme; et cette dernière m. est soumise à des mues périodiques, comme la peau des Batraciens. Act. Soc. Sc. Chili. Santiago. IIIe Année. Proc. V. 49. **1893.**

V. **Latreille**, Organisation extérieure et comparés des Insectes de l'Ordre de Thysanoures. Nouv. Ann. du Muséum d'Hist. Nat. 1. 186. **1832.**

VIII. **Laver H.**, A two-tailed Lizard (Zoot. Vivip.) Science-Gossip. XV. 232. **1879.**

VI. **Lavoisier**, Avant-Coureur No. 30. 412—413; No. 38. 598—599; No. 44. 695—698; No. 47. 746. **1768.**

VI. **Lea J.**, [Remarks on abnormal shells]. Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 51. **1860 (1861).**

I. **Le Dantec F.**, C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) IV. 382—385. **1897.**

I. — — La régénération du micronucléus chez quelques Infus. cil. C. R. CXXV. 51—52. **1897.**

V. **Lefebvre A.**, Insertion de deux pattes surnuméraires au trochanter de la patte supérieure gauche chez un Scarites pyracmon. Bon. Dej. Magazin de Zoologie. I. 40. pl. XL. fig. 1—2. **1831.**

VII. **Lefevre G.**, On Budding in Perophora. J. Hopkins Univ. Circ. XIV. Nr. 19. 75, 77, 5 fig. **1895.**

VII. — — Ann. Mg. N. H. (6.) XVI. 213. 5 fig. **1895.**

VII. — — Budding in Ecteinascidia. Anatomischer Anzeiger XIII. 473. 6 fig. **1897.**

VII. — — Dasselbe: J. Hopkins Univ. Cir. XVII. 5. fig. 2—7. **1897.**

VII. — — Budding in Clavelinidae. Science. (2.) V. 433. **1897.**

VIII. **Léger L.**, Mutilation Pathologique et Régénération chez le Protoptère. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) IV. 543—545. **1897.**

V. **Léger L. et Duboscq O.** Sur la régénération épithéliale dans l'intestin moyen de quelques arthropodes. Arch. Zool. expér. (3.) X. Notes et Revue. XXXVI.—XLII. **1902.**

V. **Léger M.**, Deux cas de monstruosité obs. ch. l. longoustes. Bull. Soc. Philom. Paris. (7.) X. 78. (Vorläufige Mitteilung zu): **1886.**

V. — — Note sur deux noveaux cas de monstruosité chez les longoustes. Ann. Sc. N. Paris. (7.) I. Art. 3. 109. Abb. 6. **1886.**

VIII. **Legros Ch.**, Cicatrisation des cartilages; régénération animale. C. R. et Mém. Soc. Biol. Paris. (4.) IV. 80. (1867) **1869.**

VIII. — — Journ. Anat. Physiol. **1874.**

VIII. — — Régén. des tissus chez la Salamandre. C. R. Mém. Soc. Biol. Paris. (6.) I. C. R. 28. **1875.**

IV. **Lehnert G. H.**, Beobachtungen an Landplanarien. Archiv für Naturgeschichte. 57. Jahrgang. 306—350; **328—330; 342—347. 1891.**

IV. **Leidy J.**, Urnatella gracilis. Journ. Ac. N. Sc. Philadelphia. IX. 1 Abb. **1883.**

IV. **Leman J. C. C.**, Über neue Landplanarien von den Sundainseln. Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederl. Ost-Indien. (Weber.) 1. Heft. Leiden. 131—158. tb. XII—XIII. **1890.**

IV. — — Notes on the Physiology of Reg. of Parts in Planaria maculata. Biol. Bull. Boston. I. 193—204. 19 fig. **1900.**

IV. **Lemoine V.**, De la section spontanée et artificielle de l'Enchytraeus albidus. C. R. 13. Sess. Ass. Franc. Avanc. Sc. 323. **1885.**

VIII. **Lent E.,** Beiträge zur Lehre von der Regeneration durchschnittener Nerven. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. VII. 145. 1. und 2. Heft. tb. VIII. **1856.**

IV. **Leo Jul.,** De structura Lumbrici terrestris. Dissertation. Königsberg. **1820.**

V. **Lepeletier M.,** Extraits d'un Mémoire sur lés Araignées. Nouv. Bullet. Sciences. Soc. Philomath. Paris. III. Jahrgang. 254—248. **1812.**

VIII. **Lereboullet A.,** Sur la monstruosité double chez les Poissons Comptes Rend. Acad. Sc. Paris. XL. 85, 5; 916; 1028; 1063. **1855.**

VIII. **Leroy d'Etiolles,** siehe Cocteau. **1827.**

V. **Le Senechal R.,** Sur quelques pinces monstruoses d. décap. brach. Bull. Soc. Z. Fr. XIII. 123. 5 fig. **1888.**

VIII. **Lessona Mich.,** Sulla riproduzione delle parti in molti animali. Lettera al sign. Pavlo Livy. Atti di Riunione straord. Soc. ital. scienza nat. Vicenza. 161. **1868—1869.**

VIII. — — Nota int. ad un caso di dicefalia nell'Anguis fragilis. I. Abb. Atti. R. Acad. di Torino. XII. 174. **1876—1877.**

IV. **Leuckart R.,** Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Tiere während der Jahre 1868—1869. Archiv für Naturgeschichte. 244. 35/II. **1844.**

VIII. **Leven L.,** Experimentelle Untersuchungen und die Regeneration der quergestreiften Muskelfasern. Dissertation. Halle. **1887.**

III. **Levinsen G.,** Kara Havets Echinod. Dymphna Togtets. Zool. bot. Udbyt'e. Kjöbnhavn. 383. tb. XXXIV. 35 fig. **1886.**

II. **Levinsen G. M. R.,** Om Formyelsen of Ernährungsindiv. h. Hydroiderne. Vid. Meddel. Nat. For. Kjöbenhavn. (5.) IV. 14—31. tb. 1. **1893.**

VIII. **Leydig F.,** Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. XII Abb. 55. Tübingen. **1872.**

VIII. — — Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. (156. Mißbildungen.) **1877.**

II. **Lichtenberg Chr.,** Versuche an braunen Armpolypen. Hannover. Magazin. 5. Stück. **1773.**

II. — — Schreiben an Forster. Über die Polypen und eine sonderbare elektrische Erscheinung. Göttingesches Mag. der Wiss. und Lit. 3. Jahrgang. 4. Stück. 563—575. **1783.**

II. — — Vermischte Schriften. VIII. (N.) 14. 231—250. **1804.**

I. **Lillie F. R.,** On the smallest parts of Stentor capable of regeneration. Journ. of. Morph. XII. 239. **1897.**

IV. — — Some notes on Regeneration a. Regulation in Planarians. Amer. Naturalist. XXXIV. 173—177. **1900.**

IV. — — A Comparison of the Power of Regeneration in Three Genera of Planarians. (Zool. Club Univ. Chicago.) Science N. S. XIII. 1026—1028. **1901.**

IV. — — Notes on Regeneration and Regulation in Planarians (Continued). Americ. Journ. Physiol. VI. 129—141. 7 fig. **1902.**

VIII. — — Expermintal Studies on the Development of the organs in the Embryo of the Fowl. (Gallus domesticus.)
I. Experiments on the Amnion a. the Production of Anamnia Biol. Bull. V. No. 2. **1903.**

VIII. **Lillie F. R.**, II. The Development of Defective Embryos a. th. Power of Regeneration. Dasselbe. VII. Nr. 9. 33—54. fig. 1—10. **1904.**

IV. **Lillie** and **Knowlton**, Zool. Bull. I. Nr. 4. **1897.**

III. **Linck J. H.**, De stellis marinis liber (acced. Edw. Luidii opus e. Lips. ap. Schuster.) 79, 93. **1733.**

V. **Linden M. v.**, Die Selbstverstümmelung bei Phryganidenlarven. Biologisches Zentralblatt. XIII. 81. **1893.**

VI. — — Entwicklung der Skulptur und Zeichnung bei den Gehäuseschnecken des Meeres. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. **1896.**

VIII. **Lindsley V. S.**, The growth a. reproduction of bone. Nashville. Journ. Med. a Surg. N. Ler. XII. 3, 115. **1873.**

VIII. **Lingnau A.**, Über die Bedeutung der Muskelkörperchen für die Regeneration nach Verletzungen. Dissertation. Königsberg. **1890.**

VIII. **List Jos. H.**, Die Rudimentzellentheorie und die Frage der Regeneration geschichteter Pflasterepithelien. Sitzungsbericht der Akademie Wien. XCIII. 3. Abteilung. 1. **1886.**

V. **Lloyd W. A.** [Häuten des Hummers]. The Field. 25. V. Auszug. Zoologist. II.

VI. **Lo Bianco S.**, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitteilungen der zoologischen Station Neapel. XIII. 530—536. **1899.**

II. **Loeb J.**, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. I. Über Heteromorphose. Würzburg. 72. Abb. **1891.**

II, VII. — — Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. 2. Organbildung und Wachstum. 77, 34—41. Abb. **1892.**

II. — — On some Facts and Principles of Physiological Morphology. Biol. Lectures Woods Holl in 1893. **1894.**

V. — — Bemerkungen über Regeneration. A. f. Entwm. 250.
1. Über die Regeneration des Rumpfes bei Pantopoden. fig. 1—3. 253.
2. Zur Theorie der Regenerationserscheinungen. 256. **1896.**

II. — — On the Transformation and Regeneration of Organs. Amer. Journ. Physiology. IV. I. VI. **1900.**

II. — — Über dynamische Umstände, welche bei der Bestimmung der morphologischen Polarität der Organismen mitwirken. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. CII. 152—162. 7 fig. **1904.**

II. — — Concerning Dynamic conditions which contribute toward the Determination of the Morphological Polarity of Organisms. University Calif. Publ. Physiol. I. No. 17, 151—161. 21. V. **1904.**

II. — — On the Influence of the Reaction of the Seawater on the Regeneration and Growth of Tubularians. Univ. Calif. Publ. Physiol. I. No. 15. 139—147. 5. IV. **1904.**

II. — — Über den Einfluß der Hydroxyl- und Wasserstoffionen auf die Regeneration und das Wachstum der Tubularien. Archiv für die gesamte Physiologie. CI. Nr. 17, 340—348. **1904.**

VIII. **Loeb Leo**, Über Regeneration des Epithels. A. f. Entwm. VI. 297—364. tb. XV—XXII und 9 tfig. **1897/98.**

V. **Löwit M.**, Über amitotische Kernteilung. Biologisches Zentralblatt. XI. 513. **1891.**

V. **Löwit M.**, Über Neubildung und Beschaffenheit der weißen Blutkörperchen. Ein Beitrag zur Zellenlehre. Beiträge zur pathologischen Anatomie. Ziegler. X. 213. Abb. 13—15. **1891.**

VIII. **Lohde Alois**, Untersuchungen über die Zahlen- und Regenerationsverhältnisse der Spermatozoiden bei Hund und Mensch. Archiv für Physiologie. L. 278. **1891.**

VIII. **Lorenczewski A.**, Untersuchungen über Verwertung der Krappfütterung für die Lehre der Knochenneubildung. Inaug.-Diss. Greifswald, Hache. **1875.**

VIII. **Lothrop H. E.**, Die Regenerationsvorgänge im Eierstock. Züricher Diss. Luzern. 2 Abs. **1890.**

VIII. **Lott G.**, Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration, insbesondere des Corneaepithels. Vorläufige Mitteilung. Medizinisches Zentralblatt. IX. Jahrgang. Nr. 37. 577. **1871.**

VIII. — — Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien, insbesondese des geschichteten Pflasterepithels. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie Graz (Rollett). III. Heft. 226. 1 tb. **1873.**

V. **Lovett E.**, Notes and Observations on British stalk-eyed Crustacea Zoologist. (3.) IX. 100—106. **1885.**

VIII. **Lowenhardt**, Einige Versuche, um die Regeneration der Kristallinse zu dokumentieren. Frorieps Neue Notizen. Nr. 418. XIX. Nr. 22. Spalte 344—346. September. **1841.**

V. **Lubbock J.**, On the Developement of Chloeon (Ephemera) dimidiatum. Trans. Linn. Soc. 61. **1864.**

V. — — Ebenda: 477. **1866.**

V. — — Notes on the Thysanura. part. IV. Trans. Linn. Soc. XXVIII. **1870.**

V. — — Monograph of the Collembola and Thysanura. 58—63. tb. LXII. 1—7 fig. **1873.**

V. **Lucas H.**, Notice sur une monstruosité qui se trouve dans une Antenne droite du Colymbetes coriaceus Hofm. Ann. Soc. ext. Fr. (2.) I. 55—58. pl. I. fig. III. **1843.**

V. — — Notice sur quelques monstruosités observés dans des Crustacés appartenant aux genres Carcinus, Lupa, Homarus et Astacus. Ann. de la Soc. entomol. de France. (2.) II. 41—47. pl. I. **1844.**

V. — — Quelques remarques sur les mues des diverses Araneides et particulièrement sur celles de la Mygale bicolor et de la Segestria florentina. Ann. Soc. Ent. France. 4. Ser. IV. 721. **1864.**

VI. **Lucien F. V.**, Anomalie d'un Pupa tridens. Feuille Jeune Naturaliste. XXII. 244. **1891/92.**

III. **Ludwig H.**, Über sechsstrahlige Holothurien. Zoologischer Anzeiger. Nr. 229 (und Bronns Kl. und Ord. 427. **1886.**

III. — — Die Seewalzen. Bronns Kl. und Ord. II. Band, 3. Abteilung. Echinod. 1. Buch. 423. **1889—1892.**

III. — — Über eine abnorme Cucumaria planci. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LIII. Supple ent. 21. tb. IV. **1892.**

III. — — Die Seesterne. Fauna und Flora von Neapel. Berlin. 421. tb. VI. tb. VI. fig 1. **1897.**

III. **Ludwig H.**, Bericht des von Semon beschriebenen Falles einer Neubildung.
III. — — Zoologischer Anzeiger. Nr. 551. **1898.**
III. — — Seesterne. Bronns Kl. und Ord. 656. **1899.**
IV. **Lüpke F.**, Zweiköpfiger Cysticercus fasciolaris; Repert. d. Tierheilkunde. Stuttgart. 53. Jahrgang. 271. **1892.**
III. **Lütken C. F.**, Additamenta ad historiam Ophiuridarum. II. 127, 129, 146, tb. IV. fig. 5 d. III. 38. **1861—1869.**
III. — — Oefvers. Dansk vid. Selsk. Förh. 108—158. (Ophiurida nov. vel. min. cogn. descr. nonnullae.) **1872.**
III. — — (On spontan. Divison. transe ld. by Dallas.) Ann. Mg. Nat. Hist. S. 4. XII. 323+391. **1873.**
VIII. **Lunel G.**, Sur deux cas de polymélie, membres supranuméraires, obs. chez le Rana viridis seu esculenta. Mém. Soc. Phys. et d'Hist. nat. Genève. XIX. Part. I[e] 305. 1 pl. **1867.**
IV. **Lungwitz W.**, Einiges über Mißbildungen bei Bandwürmern. Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. Berlin. XXIII. 320. 8 fig. **1897.**
VIII. **Luteus Ch.**, Bull. Soc. de médecine gand. **1837.**
VIII. **Luzet Ch.**, Etude sur la régénération du sang après saignée chez les Oiseaux (l'erytraye et l'hematoblaste). Arch. Phys. Paris. XXVIII. Jahrgang. 454. Abb. V. **1891.**
VIII. **Lydekker**, Cat. Foss. Rept. a. Batr. Brit. Mus. Nat. Hist. I. 278. **1888.**
VI. **(M. . . .)**, Avant coureur. Nr. 13. 198—200. März. **1769.**
VIII. **Maas H.**, Über Wachstum und Regeneration der Röhrenknochen mit besonderer Berücksichtigung der Callusbildung. (246.) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. II. 323. Archiv für klinische Chirurgie. XX. 708. **1877.**
V. **Mac Culloch**, On the means by which Crabs throw off their Claws. Qu. Journ. of Science, Lit. a. Arts of Royal Inst. XX. 1. **1826.**
IV. **Mc. Intosh W.**, Marine British Annelids: Nemertea. Royal Soc. Edinbourgh. 125. **1868.**
IV. — — Note on the Development of Lost Parts in the Nemerteans. Journ. of. Proc. Linn. Soc. London. Zool. X. 251—253. pl. VII. **1870.**
II. **Mac Murrich J. Pl.**, The Actiniaria of the Bahama isl. Journ. Morph. Boston. III. 1—80. tb. I—IV. **1889.**
II. — — Vorläufige Mitteilungen desselben. Journ. Hopkins Circ. VIII. 31 fig. **1889.**
V. **Maggi L.**, Monstruosità d'un gambero d'acqua dolce (Astacus fluviatilis). Rendic. Istit. Lombord. (2.) XIV. 333—342. 2 fig. **1881.**
V. — — Dass.: Bollet. scientif. 3. Jahrgang. 96. **1881.**
IV. **Makarow N. N.**, Über die kaudale Regeneration bei Tubifex [russisch]. Izwiestia Imperat. Obszcz. lubit. jestestwozn. antropologii i etnografii. Moskau. **1895.**
IV. **Malaquin A.**, Recherches sur les Syllidiens. Morphologie, Anatomie, Reproduction, Developement. Mem. Soc. Arts. Lille. 14. tb. 13 fig. **1892.**
IV. — — Epigamie et Schizogamie chez lez Annélides. Zoologischer Anzeiger. IX. 420. **1896.**

VIII. **Malm**, Note sur la reproduction de parties de l'organisme et sur leur multiplication chez certains animaux et particuliérement chez un Synanathe à deux queues. 4 Abb. Ann. Sc. nat. (4.) Zool. XVIII. 356—358. fig. 1—4. **1862.**

IV. **Man W.**, Über Scoloplos armiger. Beitrag zur Kenntnis der Anatomie und Histologie der Anneliden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXXVI. 389. 2 tb. **1881.**

VIII. **Mandl L.**, Beitrag zur Frage des Verhaltens der Uterusmucosa nach der Menstruation. Archiv für Gynäkologie. LII. Abb. 15, 16. **1896.**

VIII. **Manicastri N.**, Osservazioni sulla rigenerazione e sull'acrescimento delle code delle larve di Anuri; Mon. Zool. Ital. XIV. 317. — La rigenerazione di parte laterali delle code di larve di Anuri. 318. **1903.**

IV. **March C. D.**, A two-tailed Earth-Worm. The Americ. Naturalist. XXIV. **1890.**

VIII. **Marchant**, Mémoires de l'Académie des sciences. 24 ff. **1718.**

VIII. **Marenghi G.**, La régénération des fibres nerveuses à la suite de la section des nerfs. Arch. Ital. Biol. T XXIX. 388. **1898.**

VIII. — — La rigener. delle fibre nervose in seguito al taglio dei Nervi. Rend. Ist. Lomb. Sc. Milano. (2.) XXXI. 508. **1898.**

II. **Marenzeller E. v.**, Aufzucht des Badeschwammes aus Teilstücken. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien. XXVIII. 687—674. **1878.**

V. **Mari M.**, De spermatogonii regeneratione in Telphusa fluviatili. Zool. Res. Romae. Annus 1. 24. **1894.**

V. — — Dass.: Bull. Soc. Ent. Ital. Anno 26. 396—406. 3 fig. (Sopra la rigenerazione dello spermatogonio nei crustacei Decapodi. **1894.**

VIII. **Marinesco G.**, Sur la Régénération des centres nerveuses. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) I. 389. **1894.**

VIII. — — Sur les phénomènes de reparation dans les centres nerveux après la section des nerfs périphériques. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) III. 930. **1896.**

V. **Marshall**, Entom. Soc. Ann. Mg. Nt. Hist. XVI. 274. **1845.**

III. **Marshall A. Milnes**, On the Nervous System of Antedon rosaceus. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) XXIV. **1884.**

III. — Dass.: Stud. Biol. Lab. Owens. Coll. I. 263. pl. XI. **1886.**

II. **Marshall W.**, Über einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXXVII. 664. tb. XXXVII. (687.) **1882.**

III. **Martens E. v.**, Über ostasiatische Echinodermen. Archiv für Naturgeschichte. 32. Jahrgang. 68. **1866.**

VI. — — Farbenabnormität durch Verletzung. Nachrichtenblatt der deutschen Malak. Ges. 2. Jahrgang. 125. (Lanistes ovum.) **1870.**

III. — — Vorzeigung eines nach äußerer Verletzung verheilten Seeigels (Psammechinus pulcherrimus). Sitzungsbericht der Gesellschaft Natur. Freunde. Berlin. 93. **1879.**

III. — — Über die Wiedererzeugungsversuche bei Seesternen. Sitzungsbericht der Gesellschaft Natur. Freunde. Berlin. (Nr. 2.) 25. **1884.**

III. — — Das Genus Promachocrinus. Zoologischer Anzeiger. XXVIII. 490—501. **1905.**

VIII. **Martini V. A.**, Sullo sviluppo delle ossa piatte secondarie del cranio da connettivo e sulla loro régenerazione dopo la trepinazione. Siena. **1886.**

I. **Martini E.**, Beobachtungen an Arcella vulgaris. (Diss.) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXIX. 3 tb. **1905.**

VIII. **Masius** und **van Lair**, Anatom. und funktionelle Wiederherstellung des Rückenmarkes beim Frosch. Zentralblatt für die medizinische Wissenschaft. VII. Jahrgang. 39. **1869.**

VIII. **Masius** Estratto per Z. Giorn. di anat. physiol. patol. animali Anno II. fasc. 1. 54. **1870.**

VIII. — — Recherches expér. sur la rég. anat. et fonctionnelle de la moelle ép. (extr.) Arch. phys. I. 5. 258. **1871.**

VIII. — — De la rég. de la moelle épinière. Arch. Biol. I. 1. 695. **1880.**

V. **Mason P. B.** (Exhibitions etc.) Proceed. Ent. Soc. London. XV. **1888.**

VII. **Masterman A. T.**, Further Anatomy and the Budding Processes of Cephalodiscus dodecalophus. Trans. Royal. Soc. Edinb. XXXIX. Pat. III. No. 17. 5 Abs. 10. XII. **1898.**

II. **Mathews A. P.**, Electrical Polarity in the Hydroids. Amer. Journ. Physiology. VIII. 294—299. (Nr. IV.) 1. Jänner. **1903.**

VIII. **Maximow A.**, Die histologischen Vorgänge bei der Heilung von Hodenverletzungen und die Regenerationsfähigkeit des Hodengewebes. II. Zieglers Beiträge. XXVI. 230—319. 2 tb. **1899.**

VIII. — — Die histologischen Vorgänge bei der Heilung von Eierstockverletzungen und die Regenerationsfähigkeit des Eierstockgewebes. Archiv für pathologische Anatomie. CLX. 95—187. III. Tafel. **1900.**

VIII. **Mayer**, Über die Reproduktion der Kristallinse. Journal der Chirurgie und Augenheilkunde von C. v. Graefe und Ph. Walter. XV. II. 452—544. **1832.**

IV. **Mayer C.**, Reproduktionsvermögen und Anatomie der Naiden. Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereines. Preuß.-Rheinl. 16. Jahrgang. 43—51.

IV. — — Reproduktionsvermögen der Naiden. Frorieps Notizen. II. 216. **1859.**

VIII. **Mayer Sigm.**, Über Degenerations- und Regenerationsvorgänge in unversehrten, peripherischen Nerven. Jahrb. III. Naturhistor. Ver. Lotos. 68. **1878.**

VIII. **Mazza F.**, Sulla rigenerazione della pinna caudale in alcuni pesci. Atti. Soc. Ligust. Se. N. I. Fig. **1890.**

VI. **Mazzarelli G. F.**, Ricerche sulla morfologia e fisologia della glandola del Bohadsch nelle Aplysiidae. Atti Acad. Neapel. (2.) I. Append. No. 1. 2 Abb. **1890.**

III. **Mead A. D.**, On the Correlation betw. Growth a foodsupply in Starfish. The American Naturalist. Boston. Vol. XXXIV. No. 397. 17—23. **1900.**

VI. **Megušar F.**, Regeneration der Tentakel und des Auges bei d. *Spitzschlammschnecke* (*Limnaea*). A. f. Entwm. XXV. 135—143 tb. IV. **1907.**

V. — — Regeneration des Kaudalhornes bei der *Seidenspinner*raupe. A. f. Entwm. XXV. 144—147. 2 tfig. **1907.**

V. — — Die Regeneration der *Koleopteren*. A. f. Entwm. XXV. 148—234. tb. V—VIII. **1907.**

VIII. **Méhely L. v.,** Über das Entstehen überzähliger Gliedmaßen. Math. Nat. Bericht. Ungarn. 239—258. 8 fig. (Pelobates.) **1905.**

V. **Meier F.,** Über einige Regenerationsversuche mit Apus cancriformis. 11. Sitzung 12. Jänner 1906. „Magdeburger Schulverein für Naturkunde". (Briefadresse G. Hirsch, Heiligegeiststraße. 6 II.) Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde. III. 603. **1906.**

V. **Meinert Fr.,** Weitere Erläuterungen über d. v. Professor Nic. Wagner beschr. Insekten-Larven, w. s. d. Sprossenbildung verm. übersetzt von Siebold. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XIV. 394. **1864.**

VIII. **Meister v.,** Über die Regeneration der Leberdrüse nach Entfernung ganzer Lappen. Zentralblatt für allgemeine Pathologie. **1891.**

V. **Mélise,** Ann. de la Soc. Entom. de Belgique. XXII. C. R. p. XCII. **1879.**

IV. **Mensch P. C.,** Stolonization in Autolytus varians. Journ. Morph. Boston. XVI. 269—322. tb. XIII, XIV. **1900.**

IV. **Mesnil F.,** Sur un cas de régénération de la partie auterieure du corps et de la trompe chez un Syllidien. C. R. Soc. Biol. Paris. LIII. 268 bis 270. **1901.**

II. **Metschnikoff,** Embryologische Studien. Wien. 49. tb. I. fig. 36, 37. **1886.**

IV. **Meyer M.,** Beiträge zur Kenntnis der Reparationsprozesse bei Hirudineen. Inaugurationsdissertation. Universität Leipzig. Halle a. S. Druck E. Karras. 1—30. tb. I—II. **1904.**

IV. **Michel A.,** Sur l'origine du bourgeon. de régénération caudale chez les Annélides. C. R. CXXIII. 1015. **1897.**

IV. — — Sur la différenciation du bourgeon de régénération caudale chez les Annélides. C. R. CXXIII. 1080. **1897.**

IV. — — Recherches sur la regeneration chez les Annélides. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) IV. 283, 313, 336, 353, 385. **1897.**

IV. — — De la formation de l'anus dans la régénération caudale des Annelides. Ib. 681. **1897.**

IV. — — Sur l'origine ectodermique du bourgeon de régénération caudale des Annelides. Ib. 730. **1897.**

IV. — — Sur la bande germinale et le mésenchyme du bourgeon de rég. caudale chez l'Annel. Ib. (10.) V. 198. **1898.**

IV. — — Sur la métamerisation du bourgeon de r. c. d. A. Ib. 270. **1898.**

IV. — — Pygidium et cirres du bourgeon de régénération c. d. A. Ib. 295. **1898.**

IV. — — Sur l'origine des vaisseaux dans le bourgeon de régénération caud. d. Annel. Ib. 311. **1898.**

IV. — — Sur l'or. du systeme nerveux dan le b. d. r. c. d. Annel. Ib. 339. **1898.**

IV. — — Sur l'origine des corps setigères d. l. b. r. c. d. A. Ib. 428. **1898.**

IV. — — Sur l. première origine et le Developpement des nephridies des Annelides et sur le parallélisme d. ont. embr. et regenerative. C. R. CXXVI. 1820. **1898.**

IV. — — Recherches sur la régénération chez les Annelides. Bull. Sc. France Belg. XXXI. 245—420. 9 fig. Tab. XIII—XIX. **1899.**

IV. — — Dasselbe. Thèse pour le doctorat Paris. Lille. **1899.**

VIII. **Middlemore,** On the riproduction of the cristalline lens. Lond. Medical Gazette. X. June 16. 344—348. **1832.**

VIII. **Milliot M.,** Mém. sur la régén. du cristallin (Extr.) C. R. LXIV. 194. **1867.**

VIII. **Milliot M.,** Reproduction du cristallin. Bull. de l'Ac. de Médecine Paris. XXXII. 408. **1866—1867.**

VIII. — — De la régénération du cristallin chez quelques mammifères. Journ. de l'anat. et physiol. 1872. Auch Thèse. **1871.**

IV. **Milne-Edwards,** Observations sur le Développement des Annélides. Ann. sc. nat. (3.) III. 145—178. **1845.**

V. — — Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée etc. VIII. 299 ff. **1863.**

III. — — Leçons sur la physiologie. T. IX. 395. **1870.**

III. **Minckert W.,** Über Regeneration bei Comatuliden nebst Ausführung über die Auffassung und Bedeutung der Syzygien. Archiv für Naturgeschichte. Jahrgang 71, I. 163—244. 1 Taf. 14 fig. **1905.**

V. **Mingazzini P.,** Ricerche sul canale digerente delle Larve dei Lamellicorni fitofagi. Mitteilungen der zoologischen Station Neapel. IX. 1 Abb. 1—4. **1889.**

V. — — Ricerche sul canale digerente dei Lamellicorni fitofagi. Insetti perfetti. Mitteilungen der zoologischen Station Neapel. IX. 266. Abb. 9—11. **1889.**

VII. — — Sulla rigenerazione nei Tunicati. Bull. Soc. Nat. Napoli. (1.) Anno 5. 76. **1891.**

IV. **Minor W. C.,** Upon Natural a. Artificial Section in some Chaetopod Annelids. Am. J. Sc. a. Arts. 2 Ser. XXXV. 35. **1863.**

IV. — — Ann. Mg. N. H. 3. S. XI. 323. **1863.**

VI. Mißbildungen und Ausbesserungen von Schneckengehäusen. (Abb.) Aus der Heimat. (Roßmäßler.) 759. Jahrgang **1862.**

VIII. **Mitchell P. Ch.,** (Dreiköpfige Schlange) Sillimans Journal. X. 48. **1826.**

III. **Mitsukuri K.,** On changes wich are found with advancing age in the Calcareons Deposits ofStichopus japonicus.Annot. Zool. Jap. vol. I. 31—42. 3 fig. **1897.**

II. **Moebius K.,** Tagbl. Naturforschervers. Berlin. 133. **1886.**

V. **Möbusz A.,** Über den Darmkanal der Anthrenuslarve nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. Archiv für Naturgeschichte. 63. Jahrgang. 89, 114, 128, tb. X—XII. **1897.**

VIII. **Mole R. R.,** On the Formation a. desintegration of Segments of Caudal Append ge in Crotalus horridus. Trinidad Field Club. II. 189. **1895.**

III. **Monks S. P.,** Regeneration of the Body of a Starfish. Proc. Acad. nat. Sc. Philadelphia. LV. 351. 1 fig. **1903.**

III. **Montagu,** Transact. Linn. soc. XI. 22. **1808.**

VIII. **Monteil,** Présent. d'un lézard bifide (Extr. pr. verl.). Assoc. fr. p. l'avanç. d. sc. C. R. IX . Sess. 738. **1880 (1881).**

IV. **Monti R.,** L'eteromorfosi nei Dendrocoeli d'acqua dolce ed in particolare nella Planaria alpina. Rend. Ist. Lomb. ilano. (2.) XXXII. 8. **1899.**

IV. — — L'hétéromorphose chez les Dendrocèles d'eau donce et en particulier chez la Planaria alpina. Arch. Ital. Biol. XXXIII. 217—224. **1899.**

IV. — — La rigenerazione nelle *Planarie* marine. Mem. Ist. Lomb. Scienze Milano. XIX. 16. tab. **1900.**

IV. — — Studi sper mentali sulla rigenerazione nei *Rabdoceli* marini (Plagiostoma G ra d i). Rend. Ist. Lomb. Sc. Milano. (2) XXXIII 3 pp. **1900.**

III. **Monticelli F. S.,** Sull' anatomia delle Cucumaria Planci. Atti Accad. Lincei Rendic (5.) V. 231—239. 3 fig. **1896.**

VI. **Moquin-Tandon,** Hist. Nat. des Moll. de France. (XXIV. fig. 19.) Paris. **1855.**

VIII. **Moreau H.,** Des transplantations périodiques de l'épithelium de la muqueuse vaginale de quelques Rongeurs. C. R. Soc. Biol. Paris. (8.) V. 831. **1888.**

IV. **Morgan, Lilian V.,** Incomplete Anterior Regeneration in the Absence of the Brain in *Leptoplana* littoralis. Biol. Bulletin. IX. 187—193. 2 fig. **1905.**

IV. — — Regeneration of Grafted Pieces of Planarians. Journ. exper. Zool. III. 269—294. 17 fig. **1906.**

IV. **Morgan T. H.,** Spiral modification of metamerism, Journ. of Morphol. VII. 245—251. **1892.**

IV. — — Study of metamerism. Q. J. Micr. Sc. (2.) XXXVII. 395. tb. XL—XLIII. **1895.**

IV. — — Regeneration in Allolobophora foetida. A. f. Entwm. V. 570—586. tb. VIII. **1897.**

IV. — — Experimental Studies of the Regeneration of Planaria *maculata*. A. f. Entwm. VII. 364—397. 41 tfig. **1898.**

V. — — Regeneration and *liability* to injury. Z. Bull. Boston. I. 287. 25 fig. **1898.**

II. — — Regeneration in the Hydromedusa *Gonionemus* vertens. The Americ. Naturalist. XXXVIII. No. 396. **1899.**

IV. — — A Confirmation of *Spallanzani's* Discovery of an Earthworm. Regenerating a tail in place of a Head. Anatomischer Anzeiger. XV. 407—409. 9 fig. **1899.**

IV. — — Regeneration in *Bipalium*. A. f. Entwm. IX. 536—586. 16 tfig. **1900.**

IV, VIII. — — Regeneration in *Planarians*. A. f. Entwm. X. 58. 31tfig. **1900.**

VIII. — — Further experiments on the Regen. of tissue composed of Parts of two species. Biol. Bullet. XI. No. 3. 110—119. **1900.**

V. — — Further experiments on the regeneration of the appendages of the *Hermit*-crab. Anatomischer Anzeiger. XVII. 1—9. 19 fig. **1900.**

VIII. — — Regeneration in *Teleosts*. A. f. Entwm. X. 120—134. 14 tfig. **1900.**

II. — — Regeneration in *Tubularia*. A. f. Entwm. XI. 346—381. 39 fig. **1901.**

I. — — Regeneration of Proportionate Structures in *Stentor*. Biol. Bulletin. II. 311—328. **1901.**

II. — — The Factors that determine Regeneration in *Antennularia*. Biol. Bulletin. II. 301—305. **1901.**

IV. — — The Internal Influences that determine the relative size of Double Structures in Planaria *lugubris*. Biol. Bull. III. 132 bis 139. 24 fig. **1902.**

VIII. — — Further experiments on the Regeneration of the Tail of *Fishes*. A. f. Entwm. IV. 539—561. **1902.**

V. **Morgan T. H.**, Regeneration of the *Appendages* of the Hermit-Crab and Crayfish. Anatomischer Anzeiger. XX. 598—605. 17 fig. **1902.**

V. — — The *Reflexes* connected with Autotomy in the Hermit-Crab. Amer. Journ. Physioloy. VI. 278—282. **1902**

IV. — — Growth and Regeneration in Planaria *lugubris* A. f. Entwm. XIII. 179—212. 14 tfig. **1902.**

IV. — — Experimental Studies of the Internal Factors of Regeneration in the *Earthworm.* A. f. Entwm. XIV. 562—591. pl. XXIX und XXX. **1902.**

II. — — Further Experiments on the Regeneration of *Tubularia.* A. f. Entwm. XIII. 528—544. 25 fig. **1902.**

VIII. — — Regeneration of the Leg of *Amphiuma* means. Biol. Bull. V. **1903.**

II. — — Some Factors in the Regeneration of *Tubularia.* A. f. Entwm. XVI. 125—154. 16 fig. **1903.**

II. — — An Attempt to analyze the Phenomena of Polarity in *Tubularia.* Journ. exper. Zool. I. 587—591. **1904.**

V, VIII. — — *Notes* on Regeneration. Biol. Bulletin. VI. No. 4. 160—172. **1904.**

IV. — — Germ Layers and Regeneration. A. f. Entwm. XVIII. 261—264. **1904.**

IV. — — Polarity a.Axial Heteromorphosis. (Proc. Amer. Soc. Zool.) Americ. Naturalist. XXXVIII. 502—505. **1904.**

IV. — — Regeneration of Heteromorphic Tails in Posterior Pieces of Planaria *simplicissima.* Journ. exper. Zool. I. 385—393. 20 fig.. **1904.**

IV. — — The control of Heteromorphosis in Planaria *maculata* A. f. Entwm. XVII. 683—695. 1 fig. **1904.**

IV, VIII. — — The *Physiology* of Regeneration. Journal of Exp. Zool. III. 457—500. 7 fig. **1906.**

VIII. **Morgan T. H.**, and **Davis S. E.**, The internal Factors in the Regeneration of the Tail of the Tadpole. A. f. Entwm. XV. **1903.**

IV. **Morgan T. H.**, and **Dimon Abigail C.**, An Examination of the Problems of Physiological „Polarity" and of Electrical Polarity in the Earthworm. Journ. exper. Zool. I. 331—347. **1904.**

IV. **Morgan T. H.**, and **Schiedt Alice E.**, Regeneration in the Planarian Phagocata gracilis. Biol. Bulletin. VIII. 160—165. **1904.**

II. **Morgan T. H**,. and **Stevens N. M.**, Experiments of Polarity in Tubularia. Journ. exper. Zool. I. 559—585. 5 fig. **1904.**

IV. **Morgulis S.**, Compensatory Growth in *Podarke* obscura. The Ohio Naturalist. VIII. No. 2. 217—219. Dez. **1907.**

IV. — — Regeneration and *Inheritance.* Ebenda. 219—221. **1907.**

IV. — — Observations and Experiments on Regeneration in *Lumbriculus* Journ. exper. Zool. IV. 549—574. **1907.**

VIII. **Morpurgo B.**, Über die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes bei neugeborenen weißen Ratten. Anatomischer Anzeiger. XVI. **1899.**

IV. **Morren C. F. A.**, De historia naturali Lumbrici terrestris. Annales Academia Gandaviensis. **1829.**

VIII. **Morrill C. V.** jun., Regeneration of certain structures in Fundulus heteroclitus. Biol. Bulletin. XII. No. 1. Dec. 11—20. **1906.**

IV. **Moseley H. N.**, Notes on the structure of several forms of Land-planarians etc. Micr. Journ. (new s.) XVII. London. 273—292. pl. XX. **1877.**

IV. — — Description of a new species of Land-Planarian. Ann. Mg. Nat. hist. (5. s.) I. 237—239. **1878.**

II. **Moszkowski W.**, Die Ersatzreaktionen bei Aktinien. (Actinia aequina und Actinoloba dianthus.) A. f. Entwm. XXIV. 411—433. Tafel XIV und 16 tfig. **1907.**

VIII. **Motta-Coco A.**, Rigenerazione della glandala tiroide. Monit. Zool. Ital. Anno XI. 86—99. tb. 3. **1900.**

VI. **Moynier de Villepoix**, Sur la réfection du test chez l'Anodonte. Compt. rend. CXI. 203. **1890.**

VI. — — Sur la croissement de la coquille chez l'Helix aspera. Compt. Rend. CXIII. 317. **1891.**

VI. — — Recherches sur la formation et l'accroissement de la coquille des Mollusques. Journ. de l'Anat. et de la Phys. XXXVII. **1892.**

VI. — — Sur la réparation de la coquille chez Helix aspera. Bull. Soc. Zool. France. XVII. 30. **1892.**

VIII. **Muftić E.**, Die Lungenregeneration bei Salamandra maculosa und einigen anderen Amphibien. A. f. Entwm. XXV. 235—259. 1 tb. 7 tfig. **1907.**

VIII. **Müller Erik**, Regeneration der Augenlinse nach Exstirpation derselben bei Triton. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLII. 23. Abb. 3, 4. **1896.**

VIII. **Müller Ernst**, Über die Abstoßung und Regeneration des Eidechsenschwanzes. Jahreshefte Ver. Nat. Naturk. Stuttgart. LII. Jahrgang. Sitzungsbericht. 85. **1896.**

V. **Müller Fr.**, Haeckels biogenetisches Grundgesetz bei der Neubildung verlorener Glieder. Kosmos. VIII. **1880.**

V. **Müller G. W.**, Ein Fall von Selbstverstümmelung bei Ostracoden. (Philomedes brenda.) Mitteilungen Nat. Ver. Greifwald. 29. Jahrgang. 40. 3 fig. **1898.**

VIII. **Müller Heinr.**, Über die Regeneration der Wirbelsäule und des Rückgrates bei Eidechsen und Tritonen. Würzburg. Naturwissenschaftliche Zeitschrift. IV. 62. **1863.**

V. **Müller Joh.**, Elemente der Physiologie by Baly. I. 183, 405. **1837.**

IV. **Müller O. F.**, Von Würmern des süßen und salzigen Wassers. Kopenhagen. **1771.**

VI. — — Historia vermium terrestrium et fluviatilium succincta. II. 30—34. **1774.**

VI. — — Dasselbe: Observations sur la physique par Rozier. 111—118. **1778.**

III. — — Zoologia danica, Havniae. I. 2 tb. III. fig. 1; II. 29; III. 3. **1788.**

IV. — — Zoologia Danica. II. 15.

VI. **Murray A.**, De redintegratione partium Cochleis Limacibusque praecisarum. Goettingae (Deutrich.) **1776.**

VI. — — De redintegratione partium corporis animalis nexu suo solutarum vel amissarum. Comment. c. tab. aen. II. Goettingae. (Deutrich.) **1787.**

VIII. **Muscatello G.** und **Damascelli D.**, Über den Einfluß der Nervendurchschneidung auf die Heilung von Knochenbrüchen. Archiv für klinische Chirurgie. LVIII. **1899.**

VIII. [**Nature La.**], Blätter für Aquarien- nnd Terrarienkunde. XIV. 35. **1903.**

VIII. **Nauwerck C.**, Über Muskelregeneration nach Verletzungen. Jena. **1890.**

V. **Navarro-Newman E.**, Noticias de un caso de polidaetilia observado ed un Carcino maenas etc. Ann. Soc. Españ. H. N. (2.) IV. **1895.**

VIII. **Needham M.**, Nouvelles observations microscopiques, avec des Découvertes intéressantes sur la composition et la décomposition des corps organisées. Avec fig. Paris. **1750.**

III. **Nelson J.**, Studies on Oyster Culture. New Yersey Agricult. Exp. Station. **1892.**

VIII. **Neubert W.**, Über Schnabelmißbildungen. Der zoologische Garten. VII. 247—249. **1866.**

V. **Newport G.**, Journal of Proceedings of the Entomolog. Soc. Lond. Nov. **1839.**

V. — — Entomological Society. Ann. Mag. Nat. hist. (1.) XVI. 274. **1844.**

V. — — Dasselbe: Phil. Trans. Oct. 7. **1844.**

V. — — On the Reproduction of Lost Parts in Myriapoda and Insecta; Phil. Trans. (20. Juni.) 1844. — Ann. Mg. Nat. Hist. XV. 279. **1845.**

V. — — On the Reproduction of Lost Parts in the Articulata. Ann. Mg. of Nat. Hist. (1.) XIX. 145—150. pl. VIII. **1847.**

IV. — — On the reproduction of lost parts in Eearth-worms. Proc. of th. Linn. Soc. Lond. II. 256. **1853.**

VIII. **Niessing G.**, Untersuchungen über die Entwicklung und den feinsten Bau der Samenfäden der Säugetiere. Verh. Phys. Med. Ges. Würzburg. (2.) XX. 35. tb. 4, 5. **1889.**

VIII. **Nitsche H.**, Studien über Hirsche (Gattung Cervus im weitesten Sinne). Heft I. Untersuchungen über mehrstängige Geweihe und die Morphologie der Huftierhörner im allgemeinen. Leipzig. 12 fig. 12 tbs. **1898.**

VIII. **Nolf P.**, Etude des modifications de la muqueuse utérine pendant la gestation chez Vespertilio murinus. Bullet. Acad. Bllq. (3.) XXX. 306. **1895.**

VIII. **Noll A.**, Beiträge zur Kenntnis des Raubtieruterus nach dem Wurfe. Anatomische Hefte. I. Abteilung. V. 401. **1895.**

IV. **Noll F. C.**, Über eine Landplanarie (Pl. terrestris O. F. Müller). Zoologischer Garten. (Weinland.) 254—255. fig. 1—6. **1862.**

III. — — (Biologische Bemerkungen.) Zoologischer Garten. XXII. 171—173. **1881.**

VIII. — — Der Gartenschläfer (Myoxus nitela) im Rheintale. Zoologischer Garten. XXXII. 7. **1891.**

V. **Notnagel H.**, Über Anpassung und Ausgleichung bei pathologischen Zuständen. Zeitschrift für klinische Medizin. X. 14—15. **1885.**

VIII. — — Über die Anpassungen und Ausgleichungen bei pathologischen Zuständen. II. Zeitschrift für klinische Medizin. XI. **1886.**

IV. **Nusbaum Josef,** Vergleichende Regenerationsstudien. I. Über die morphologischen Vorgänge bei der Regeneration des künstlich abgetragenen hinteren Körperabschnittes bei *Enchytraeiden*. Polnisches Archiv für biologische und medizinische Wissenschaften. I. tb. V—VII. **1901.**

IV. — — Zur Kenntnis der Regenerationserscheinungen bei den *Enchytraeiden*. (Vorläufige Mitteilung.) Biologisches Zentralblatt. XXII. 292—298. **1902.**

VIII. — — Contributions aux Etudes sur la régén. des Poissons osseux. Kosmos. (Lemberg.) XXVIII. **1903.**

VIII. — — Zur Kenntnis der Heteromorphose bei der Regeneration der älteren Forellenembryonen. (Salmo irideus W. Gibb.) Anatomischer Anzeiger. XXII. 353—363. 1 fig. **1903.**

IV. — — Vergleichende Regenerationsstudien II. Über die Regeneration des Vorderteiles des *Enchytraeiden*körpers nach einer künstlichen Operation. Polnisches Archiv für biologische und medizinische Wissenschaften. II. tab. VII. **1904.**

IV. — — Über die Regeneration einiger *Polychaeten* nach künstlichen Verletzungen. Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie. 401—409. **1904.**

IV. — — Vergleichende Regenerationsstudien. Über die Regeneration der *Polychaeten* Amphiglene mediterranea Leydig und Nerine cirratulus. Delle Ch.; Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXXIX. 222—307. tb. XIII—XVI. **1905.**

VIII. **Nusbaum Josef** und **Seymon Sidoriak,** Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge nach künstlichen Verletzungen bei älteren Bachforellenembryonen (Salmo fario L.). A. f. Entwm. X. 645—684. tb. XIV—XVI. **1900.**

VIII. — — Zur Teratologie der Knochenfische, zugleich ein Beitrag zu deren Regeneration. A. f. Entwm. XXIV. 114—123. tb. **1907.**

I. **Nußbaum M.,** Über spontane und künstliche Teilung von Infusorien. Verhandlungen d. naturhistorischen Ver. d. preußischen Rheinlande. Bonn. 41. Jahrgang. (Sitzungsbericht der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 15. XII.) 259. **1884.**

I. — — Über die Teilbarkeit der lebenden Materie. I. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXVI. 485—538. **1886.**

II. — — Gleichlautend: II. Mitteilung. Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXIX. 265. tb. XIII—XX. **1887.**

II. — — Über die Regeneration abgeschnittener Pol.-Arme (Teil d. vor.). Verhandlungen des naturforschenden Vereines. Bonn. 47. Jahrgang. Sitzungsbericht. 10. **1887.**

II. — — Vorläufiger Bericht über Ergebnisse der Reise nach Californien. Sitzungsbericht der Akadem. Wissenschaften. Berlin. 1051—1055. **1888.**

II. — — Geschlechtsentwicklung bei Polypen. Verhandlungen Natw. Bonn. 49. Jahrgang. Medezinische Sektion. 13—14. 40—41. **1889**

II. — — Umstülpung der Polypen. Erklärung und Bedeutung. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXV. **1890.**

II. **Nußbaum M.**, Mechanik der Trembleyschen Umstülpungsversuche. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXVII. 573. tb. XXVI—XXX. **1891.**

II. — — Die mit der Entwicklung fortschreitende Differenzierung der Zellen. Biologisches Zentralblatt. XVI. 94. 71—80. **1894.**

II. — — Dasselbe: Verhandlungen der Niederrheinischen Gesellschaft Bonn. (5. XI.) **1894.**

VIII. — — Experimentelle Bestätigung der Lehre von der Regeneration im Hoden einheimischer Urodelen. Pflügers Archiv. CXIX. 443 bis 450. Sept. **1907.**

VI. **Oberdorfer R.**, Bändervarietäten, Mißbildungen usw. der Molluskengehäuse. Nachrichtenblatt der deutschen Malak. Gesellschaft. 10. Jahrgang. 65. **1878.**

VIII. **Oehl E.**, Sulle alterazioni e sul processo di rigenerazione dei nervi tagliati nelle Rane. Archivio p. l. zool. l'anat. e la fisiol. I. fasc. II. 242. 2 fig. **1861.**
Dasselbe: II. fasc. II. 395. **1863.**
Dasselbe: III. fasc. I. 113. **1864.**

IV. **Oka Asajiro**, Die periodische Regeneration der oberen Körperhälften bei den Diplosomiden. Biologisches Zentralblatt. XII. 265—268. fig. Seite 267. **1892.**

IV. — — Über die Knospung der Botrylliden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LIV. 521. Abb. XX—XXII. **1892.**

IV. — — Über die Knospung der Botrylliden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LIV. 521. tb. XX. XII. **1892.**

IV. — — Über die Knospungsweise bei Syllis ramosa. Zoologischer Anzeiger. 18. Jahrgang. 462. 4 fig. (Auch: Z. Mag. Tokyo. XVII. 117. 4 fig.) **1895.**

III. **Oken L.**, Allgemeine Naturgeschichte. V. 591. **1835.**

VIII. **Ollier L.**, De la moelle des os et de son rôle dans l'ossification normale et pathologique. Journ. de Physiol. Brown-Séquard. VI. 145, 211, 513. 1 pl. **1863.**

VIII. — — Nouvelles expériences sur la régénération des os. Régén. des os courts. Journ. de Physiol. B.-S. VI. 466. **1863.**

VIII. — — Traité expéremental et clinique de la régénération des os et de la production articificiel du tissu ossen. **1867.**

IV. **Orlandi S.**, Rigenerazione cefalica naturale in alcune Maldanidi. Boll. Mus. Zool. Anat. comp. Genova. Nr. 124. 5. 4 fig. **1903.**

IV. — — (Auch: Atti Soc. ligust. Sc. nat. gegr. Genova. 160—164, 4 fig.)

IV. **Örley L.**, Morphological and Biological Observations on Criodrilus lacuum (Hoffmeister). Q. J. M. Sc. XXVII. 551—560. **1887.**

III. **Östergren H.**, Zur Kenntnis der Subfam. Synallactinae. Festschrift für Liljeborg. Upsala. **1896.**

III. — — Growth-changes in Integument Skeleton of Holoth. Abstr. Journ. R. Micr. Soc. London. Part. 3. 311. **1898**

III. — — Über eine durchgreifende Umwandlung des Hautskelettes bei Holothuria impatiens. 4 Abb. Zoologischer Anzeiger. XXI. Nr. 556. 236—237. **1898.**

III. **Osborn H. L.**, A case of Variation in th. Number of Ambul. Systems of Arbacia punctulata. Amer. Naturalist. XXXII. 259. fig. **1898.**

V. **Ost J.**, Über die Regeneration der Antenne bei Oniscus murarius. Zoologischer Anzeiger. XXIX. 687—694. **1906.**

V. — — Ein weiterer *Beitrag* zur Regeneration der Antenne bei Oniscus murarius. Zoologischer Anzeiger. XXIX. 130—131. **1906.**

V. — — Zur Kenntnis der Regeneration der Extremitäten bei den *Arthropoden*. A. f. Entwm. XXII. 289—324. tb. X—XII. 8 fig. **1906.**

VIII. **Owen Ric.**, On a Malformation of the Beak of Psittacus erithacus. Proceed. Zool. Soc. Lond. pt. II. 23. **1832.**

VIII. **Oxner M.**, Über die Kolbenzellen in der Epidermis der Fische, ihre Form, Verteilung, Entstehung und Bedeutuung. Inauguralionsdissertation. Zürich. Jena, Fischer. 60. 5 tb. 1 tfig. **1905.**

VIII. **Pace D.**, Sulla degenerazione e rigenerazione delle fibre nervose midolari periferiche. Ric. sperim. e micr. Boll. Soc. Natural. Napoli. X. 114. tb. I. (Vorläufige Mitteilung.) Giorn. Internaz. Sc. Med. Napoli. Anno XVIII. 568. **1895.**

V. **Packard A. S.**, Mem. Bost. N. H. S. II. 201. (cit. A. Bateson. 1894, 456.) **1872.**

V. — — The Number of Moults in Insects of different Ordres. Psyche. 8. 124. **1897.**

IV. **Pagenstecher H. A.**, Untersuchungen über niedere Seetiere aus Cette. I. Exogone gemmifere und einige verwandte Syllideen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XII. (2. Heft.) 267. tb. XXV und XXVI. **1863.**

V. — — Ungeschlechtliche Vermehrung der Fliegenlarven. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XI. 400. Abb. XXXIX—XL. **1864.**

VIII. **Paladino G.**, La rigenerazione del parenchima ovarico nella donna. Monit. Zool. Ital. Anno V. 72. dos.: Arch. Ital. Biol. XXI. 15. (Vorläufige Mitteilung zu): **1894.**

VIII. — — La rinnovazione del parenchima ovarico nella donna. M. zool. Ital. Anno V. 140. 4 figs. **1894.**

II. **Parke H. H.**, Variation and Regulation of Abnormalities in Hydra. A. f. Entwm. X. 692. 9 tfig. **1900.**

I. **Parker A. S.**, Reproduction in Amphileptus fasciola. Proceedings Acad. nat. sc. Philadelphia. 313—314. **1883.**

V. **Parker W.**, Note on the abnormalities in the Crayfish (Astacus fluviatilis). Ann. Mg. N. H. (6.) IX. 181—182. **1892.**

V. **Parize P.**, L'Amputation réflexe des Pattes des Crustacés. Rev. Sci. (3.) XI. 379. **1886.**

VI. **Paravicini G.**, Nota sulla rigenerazione della conchiglia di alcuni gasteropodi. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. XXXVIII. 27 pp. **1899.**

VI. — — Monit. Zool. Ital. anno 10. 57—59. **1899.**

VIII. **Pardo R.**, Osservazioni sulla rigenerazione del *cristallino*. (Rendic. Accad. Linceé. (5.) XV. 2° sem. 744. **1906.**

VIII. — — Enucleazione ed innesto del *bulbo* oculare nei tritoni. Ib. 746—748. **1906.**

VI. **Parona C.**, L'autotomia e la rigenerazione delle appendici dorsali (Phoenicurus) nella Tethys leporina. Zoologischer Anzeiger. 14. Jahrgang. 293—295. **1891.**

VI. — — (Dasselbe.) Atti Soc. Ligust. Sc. N. Genova. II. 310. **1891.**

VI. — — (Ausführlicher.) Atti Univ. Genova. tb. **1891.**

VI. — — Sulla dicotomia delle braccia nei Cefalopodi. Atti Soc. Ligust. Sc.; N. Genova. XI. 7 pp. tb. 2. **1900.**

VIII. **Pasewaldt G.**, Experimentelle und histologische Untersuehungen über die kompensatorische Hypertrophie der Ovarien. Dissertation Bonn. **1888.**

V. **Patten N.**, Variations in the Development of Limulus polyphemus. Journ. Morph. Boston. XII. 17. 10 fig. tb. 2—11. **1897.**

V. **Patterson A.**, Meristic Variation in the edible Crab. Zoologist. (4.) I. 340. 2 fig. **1897.**

VIII. **Pauli Fr.**, Commentatio physiologica chirurgica de vulneribus sanandis. Göttingen. **1825.**

— — Über den grauen Star. usw. Stuttgart (auch Monatschrift. II. 87). **1838.**

V. **Pavesi**, Rendic. R. Istitut. Lombard. XIV. 3. **1881.**

III. **Peebles Fl.**, Experimental Studies on Hydra. A. f. Entwm. V. 794—817. 34 tfig. **1897.**

III. — — Further Experiments in Regeneration and Grafting of Hydroids. A. f. Entwm. XIV. 49—64. 36 fig. (corrig. 628.) **1902.**

V. **Pégot G.**, Sur quelques anomalies presentées par l'ecrevisse, la sanguesue, la rousette et le mouton. C. R. Soc. Biol. Paris. LII. No. 13. 322—324.

VIII. **Penzo R.**, Sulla influenza della temperatura nella regener. cellulare con speciale riguardo alla guarizione delle ferite. Arch. Sc. Med. Torino. XVI. 129. Abb. **1892.**

V. **Percheron A.** et **Guérin E.**, Genres des Insectes orthopteres. pl. V. **1835—1838.**

IV. **Pereyaslawzewa S.**, Monographie des Turbellariés de la Mer Noire. Nachr. Neuruss. Naturf.-Ges. Odessa. XVII. 16 tb. **1892.**

V. **Peyerimhoff**, Note sur l'atrophie des membres chez les Orthoptéres. Miscellanea Entomologica. IV. 70. **1896.**

V. — — Sur la regeneration. Miscellan. Entom. V. No. 3. 39—40. **1897.**

VI. **Pérez J.**, Sur la descendente des ovules dans le canal de la glande hermaphrodite chez l'Helice. Compt. Rend. CVIII. 365. **1889.**

VIII. **Perrault**, Mémoire pour servir á l'histoire naturelle des animaux. Paris. **1676.**

VIII. — — De la Génération des parties qui reviennent à quelques animaux après avior été coupées. Essai de Physique. IV. 1 ff. **1688.**

III. **Perrier Ed.**, Sur l'Autotomie et la Regen. des bras. de la Comatula. Arch. Zool. exp. I., II. 29. (68.) tb. II—IV. **1873.**

IV. — — Études sur l'organisation des Lombriciens terrestres. Arch. Biol. exp. III. (1.) 331—350. **1874.**

III. — — Revision d. Stellérides du Muséum. Arch. Zool. exp. (1.) IV—V. 145. **1875/1876.**

III. — — Colonies Animales. Paris. 579, 846. **1881.**

VII. **Perrier E.**, et **Pizon A.**, L'embryon double des Diplosomides et la tachygénése. Compt. Rend. CXXVII. 297. **1898.**

I. **Perty M.**, Zur Kenntnis der kleinsten Lebensformen. Bern. 51. **1852.**

VIII. **Peters A.**, Über die Regeneration der Endothels der Cornea. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXIII. 153. 2 fig. **1889.**

VIII. **Petrone A.**, Du processus régénérateur sur le poumon, sur le foie et sur le rein. Arch. Ital. de Biologie. V. **1884.**

VIII. **Peyraud H.**, Etudes expérim. sur la régénération des tissus cartilagineux et osseux. (Extr.) C. R. LXXXIV. 1308. **1877.**

VI. **Pfeiffer L.**, Zur Molluskenfauna der Insel Cuba. Malakozoologische Blätter. 66. (82—83.) VI. **1859 (1860).**

VIII. **Philippeaux J. M.**, Recherches expérim. sur la réunion bout à bout de Nerfs de fonctions différentes. Journ. de la phys. de l'homme Brown. Séquard. VI. 421. **1863.**

VIII. — — Expér. démontrant que les membres de la Sal. aqu. ne se régénérent qu'à la cond. qu'on laisse au moins sur place la partie basilaire de ces membres. C. R. LXIII. 576. **1866.**

VIII. — — Herstellingsverm. b. Salam. Album. d. Nat. 95. **1866.**

VIII. — — (Auszug.) Exper. dem. that the Members of the Newt are only regener. when th. bas. port. at least is left in its place. Ann. Mag Hist. III. Serie XIX. 72. **1867.**

VIII. — — Sur la régénération des membres chez *l'Axolotl*. C. R. T. LXIV. 1204. — Ann. Sc. Nat. (5.) Zool. VII. 228. **1867.**

VIII. — — On the regeneration of the Limbs in the *Axolotl* Ann. Mag. Nat. Hist. (3.) XX. 149. **1867.**

VIII. — — (Auszug.) D. Lubach. Regeneratie der ledematen by den *Axolotl*. Album der Natuur. (Wetensch. Bijblad.) 63. **1867.**

VIII. — — Etudes expérim. sur la greffe animale et sur la régénération de la *rate* chez lez mammifères et des membres chez les salamandres aquatiques. Ann. Sc. nat. (5.) Zool. VII. 5—11. **1867.**

VIII. — — Experiments to show that the Fins of Fishes are regenerated only when their basal Portion at least is left. Ann. Mag. Nat. Hist. (6.) IV. 294—295. C. R. **1869.**

VIII. — — Auszug von D. L[ubach]. Wederherstelling van di vinnen van vischen. Albuum d. Natuur. (Wetensch. bijblald.) 39. **1869.**

VIII. — — Expériences démontrant que les nageoires des poissons ne se régénèrent qu'à la cond. qu'on laisse au moins sur place leur partie basilaire. C. R. LXVIII. 669. **1869.**

VIII. — — Arch. de physiol. normale et pathol. 618. **1870.**

VIII. — — Notes sur les résultats de l'exstirpation complète d'un des membres antérieur. sur l'Axolotl. et sur la Salamandre acqu. C. R. et Mém. Soc. Biol. Paris. (6.) I. C. R. 113. **(1874) 1875.**

VIII. — — Expér. montrant que les *mamelles* enlevées sur de jeunes Cochons d'Inde femelles ne se régénérent point. C. R. LXXXI. 201. **1875.**

VIII. — — Sur les *membres* de la Sal. aqu. bièn. exstirpés ne se régénérent point. C. R. LXXXII. 1162. **1876.**

VIII. — — Expériences montr. que *les mamelons* exstirpés sur de jeunes Cochons d'Inde ne se régénérent point. C. R. LXXXII. 402. 8. Febr. **1876.**

VIII. **Philippeaux J. M.**, Note sur le rétablissement de la vue chez les cochons d'Inde après l'extraction des humeurs vitrée et cristalline. Paris. (Zit. Nagels Jahresb. X.) **1879.**

VIII. — — Note sur la régénér. de l'oeil chez la Salam. aqu. Naturaliste. No. XXXIII. 259. **1880.**

VIII. — — Dasselbe: Gaz. méd. de Paris. (6.) II. 453. **1880.**
Dasselbe: C. R. Mém. Soc. d. Biol. Paris. (7.) II. 276. (1880). **1881.**

VIII. **Philippeaux** et **Vulpian**, Note sur la régénér. des nerfs transplantés. C. R. 29 avril. **1861.**

VIII. **Piana H. B.** Ricerche sulle digie sopranumerarie sperimentalmente determinate nei Tritoni e sulle gemme caudali sopranumerarie nelle Lacerte Monit. Zool. Ital. Anno V. 83. — Arch. Ital. B. XXI. 10. (Vorläufige Mitteilung zu):

VIII. — — Ricerche sulla polidactilia acquisita determinata sperim. nei Tritoni e sulle code sapranumerarie nelle Lacertola. Ric. Lab. Anat. Roma. IV. 65. tb. 5. **1894.**

VIII. **Piccoli E.**, Sulla rigenerazione parziale della prostata. Arch. Soc. Med. Torino. XXIV. 253—270. **1900.**

VI. **Picquard C.**, Histoire des Mollusques terr et fluv. qui vivent dans le département de la Somme. **1840.**

V. **Pictet**, Biblioth. univers. de Genève. Supplém. Arch. d. Scienc. phys. et nat. III. 332—338. **1846.**

V. — — (Rf. Schleidens und Frorieps Notizen St. I. 344. **1847.**

VIII. **Pilliet A. H.**, Note sur la réparation de la muqueuse gastrique après l'action des caustiques. C. R. Soc. Biol. Paris. (10.) I. 21. **1894.**

VII. **Pizon A.**, Embryogénie de la larve Double des Diplosomidés. C. R. CXXVI. 848. **1898.**

VI. **Plate L.**, Über regenerative Amitose, Degenerationserscheinungen und Phagocytose in den Atemröhren der Janellen. Archiv für mikroskopische Anatomie. LI. 839—856. Abb. 28. **1898.**

VIII. **Plateretti**, Sulla riproduzione delle gambe e della coda delle Salamandre aquaucole. Scelto di opusculi interessanti. XXVII. 18.
(Zitiert aus Colucci. **1891.**)

V. **Pocock R. J.**, „Five-Fingered Crab". Nature. LXII. 436. (fig.) **1898.**

VIII. **Podwissozki W. jun.**, Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der Drüsengewebe. I. Die Regeneration des Lebergewebes. 10. Abs. II. Die Regeneration des Nierenepithels. 2. Abs. III. Die Regeneration an den Meibomschen Drüsen. IV. Die Regeneration an den Speicheldrüsen. 2 tb. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie. I. **1886.**

VIII. — — Zusammenfassung: Russischer Vortrag: Die Gesetze der Regeneration des Drüsenepithels bei normalen und pathologischen Verhältnissen. Petersburg. (Dasselbe: Fortschritte der Medizin. V. 433.) **1887.**

VIII. **Ponfick E.**, Über Regeneration der Leber. Verhandlungen des X. internationalen medizinischen Kongresses Berlin. **1890.**

VIII. — — Über das Wesen der Leberrekreation. Medizinisches Zentralblatt. XXXII. **1894.**

VIII. **Porta**, Delle alterazione pathologiche delle arterie per la ligatura e la torzione. Milano. XIII tb. **1847.**

III. **Poso O.**, Distruzione e Rigenerazione degli Aculei e Pedicellarie negli Echini. Zoologischer Anzeiger. XXXII. 14—16. **1907.**

VIII. **Pouchet G.**, Sur les leucocytes et la régénér. des hématies; C.R. et Mém. Soc. Biol. Paris. (6.) XV. C. R. 6. **1878.**

V. — — Sur le sang des Crustacés. Journ. de la Anat. et de la Phys. **1882.**

VI. **Power J.**, Versuche, die zu dem Zwecke angestellt wurden, in Erfahrung zu bringen, inwiefern gewisse Seeschaltiere die Fähigkeit besitzen, von ihnen abgelöste Körperteile zu reproduzieren. Frorieps Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. VI. Nr. 14. (Nr. 124. Mai.) 209—210. **1838.**

V. **Pratt H. S.**, Imaginal Dises in Insects. Psyche. VIII. 15. 11 fig. **1897.**

IV. **Prentiss C. W.**, A case of incomplete Duplication of Parts and Apparent Regulation in Nereis vireus Sars. Americ. Naturalist. XXXV. 563—574. 6 fig. **1901.**

VI. **Presciani**, Giornale di Pisa. XXXII. **1778.**

III. **Preyer W.**, Über die Bewegungen der Seesterne. 2. Hälfte. Mitteilungen der zoologischen Station Neapel. VII. 191—223 [205—216!]. **1886/1887.**

II. **Price H.**, On a Polystomat. condit. of the Hydr. of Cordylophora. Qu. J. Micr. Sc. New. Ser. XVI. 23—26. fig. 1—4. **1876.**

III. **Prouho H.**, Recherches sur le Dorocidaris papill. et quelques autr. Echinid. d. l. Medit.; Arch. Zool. Exp. (2.) V. 213. 4 tb. 289. tb. XIV—XXVI. **1887.**

I. **Prowazek S.**, Protozoenstudien. Arbeiten der zoologischen Institute Wien. XI. 195—268. 4 tb. 4 tfig. (61—63.)

I. — — Beiträge zur Protoplasmaphysiologie. Biologisches Zentralblatt. XXI. 87—95, 144—155. **1901.**

VIII. — — Zur Regeneration des Schwanzes der Urodelen Amphibien. Arbeiten der zoologischen Institute Wien. XIII. 81—124. **1902.**

I. — — Beitrag zur Kenntnis der *Regeneration* und Biologie der Protozoen. Archiv für Protistenkunde. III. 45—60. 10 tfig. **1903.**

I. — — Degenerative *Hyperregeneration* bei den Protozoen. Archiv für Protistenkunde. III. 61—64. **1903.**

VIII. — — Zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge in der Kaninchencornea. Zoologischer Anzeiger. XXIX. 142. **1905.**

IV. **Pruvot S.**, Sur la Régénération des parties amputées comparé à stolonisation normale chez les Syllidés. Assoc. franç. Avanc. Sc. Limoges. **1890.**

V. **Przibram H.**, Regeneration bei den niederen Crustaceen. Vorläufige Mitteilung. Zoologischer Anzeiger. Nr. 514. **1896.**

V. — — Die Regeneration bei den Crustaceen. Arbeiten der zoologischen Institutes Wien. XI. 163—194. 4 tb. **1899.**

III. V. — — Experimentelle Studien über Regeneration. Vorläufige Mitteilung. Biologisches Zentralblatt. XX. Nr. 15. 1. August. **1900.**

III. V. — — Experimentelle Studien über Regeneration. A. f. Entwm. XI. 321—345. 4 tb. **1901.**

V. **Przibram H.,** Mitteilungen der k. k. zoologischen Station in *Triest.* Nr. 2. Beobachtungen über adriatische Hummer im Aquarium und vorläufige Mitteilungen über Regenerationsversuche. XXIV. Nr. 661. 13. Jän. **1902.**

V. — — Experimentelle Studien über Regeneration; zweite Mitteilung.: *Crustaceen.* A. f. Entwm. XIII. 507—527. 2 tb. **1902.**

V. — — Regeneration. *Ergebnisse* der Physiologie. I. Jahrgang. **1902.**

V. — — Die „*Heterochelie*" bei decapoden Crustaceen (zugleich: Experimentelle Studien über Regeneration. Dritte Mitteilung.) A. f. Entwm. XIX. 181—247. tb. VIII—XIII. **1905.**

V. — — Versuche und Theorien über Regeneration. Physiologisches Zentralblatt. XVIII. 25. II. **1905.**

V. — — Hinterleibsveränderungen delogierter *Einsiedlerkrebse.* Pysiologisches Zentralblatt. II. Nr. 18. 2. XII. **1905.**

V. — — *Quantitative* Wachstumstheorie der Regeneration. Physiologisches Zentralblatt. IX. Nr. 18. 2. XII. **1905.**

V. — — Aufzucht, Farbwechsel und Regeneration einer ägyptischen Gottesanbeterin (Sphodromantis bioculata Burm.) A. f. Entwm. 149—206. tb. VI—IX. **1906.**

V. — — Regeneration als allgemeine Erscheinung in den drei Reichen der Natur. (Vortrag, Versammlung Deutscher Naturforscher, *Stuttgart.*) Naturwissenschaftliche Rundschau. XXI. Nr. 47, 48, 49. **1906.**

V. — — Differenzierung des Abdomens enthäuster Einsiedlerkrebse (*Paguridae*). A. f. Entwm. XXIII. 579—595. tb. XXV. **1907.**

V. — — Automatischer *Abwurf* mißbildeter Regenerate bei Arthropoden. Ebenda. 596—599. 2 tfig. **1907.**

V. — — Aufzucht, Farbwechsel und Regeneration unserer europäischen Gottesanbeterin (*Mantis* religiosa L.). Ebenda. 600—614. tb. XXVI. **1907.**

V. — — Die *Lebensgeschichte* der Gottesanbeterinnen (Fangheuschrecken). Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie. III. 117—122, 147—153. 31 fig. **1907.**

V. — — Die „*Scherenumkehr*" bei dekapoden Crustaceen. (Zugleich: Experimentelle Studien über Regeneration; vierte Mitteilung.) A. f. Entwm. XXV. **1907.**

V. **Przibram** und **Werber E. J.,** Regenerationsversuche allgemeinerer Bedeutung bei Borstenschwänzen (Lepismatidae). Ebenda. 615—631. tb. XXVII. **1907.**

VIII. **Pugnat A.,** Note sur la régénér. expérim. de l'ovaire. C. R. Soc. Biol. Paris. LII. 265—266. **1900.**

V. **Putnam F. W.,** On some of the Habits of the Blind Crawfish Cambarus pellucidus and the Reproduction of Lost Parts. Proc. Boston. Soc. nat. hist. XVIII. 16—19. (1875—1876.) **1876.**

III. **Quatrefages de,** Mém. sur la synapte d. Duvernoy, Ann. d. sciences nat. (2.) 26 ff. tb. XVII. **1842.**

IV. — — Ann. des Sc. natur. II. 100. **1844.**

IV. — — Histoire nat. des Annelés. I. 124. Histiore nat. des Annelés. II. 483. Paris. **1865.**

III. **Quekett J.,** Histological Catalogue of the Museum of the Royal College of Surgeons. I. 304. pl. XV. fig. 18. (Zitiert nach W. B. Carpenter.) **1870.**

III. — — Lectures on Histology. II. 229—231. (Zitiert nach W. B. Carpenter.) **1870.**

VIII. **Queech,** „Timehri", Journ. Roy. Agric. a. Com. Soc. of Brit. Guiana. IV. 148. **1890.**

VI. **Quoy et Gaymard,** Voyage de l'Astrolabe, Zoologie. II. 611—619. **1832.**

V. **Rabes A.,** Regeneration der Schwanzfäden bei Apus cancriformis. Zoologischer Anzeiger. XXXI. 753—755. 9 fig. **1907.**

IV. **Rabes O.,** Über Transplantationsversuche an Lumbriciden. Biologisches Zentralblatt. XXI. 633—650. tb. XI. (Vorläufige Mitteilung zu): **1901.**

IV. — — Transplantationsversuche an Lumbriciden. Histologie nud Physiologie der Tr. (A. d. zoologischen Institutes Marburg.) A. f. Entwm. XIII. (1. + 2. Heft.) 239—343. tb. III—XI. + 7 tfig. **1901/1902.**

IV. — — Verwachsungsversuche mit Regenwürmern. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. XVII. 412—415. 4 fig. **1902.**

II. **Rand W.,** Regeneration and Regulation in Hydra viridis. A. f. Entwm. VIII/1. 1—34. tb. I—IV. **1899.**

IV. — — The Regenerating Nervous System of Lumbricidae and the Centrosome of its Nerve Cells. Bull. Mus. comp. Zool. (Harvard.) XXXVII. 85—164. 8 pl. **1901.**

IV. — — The Behavior of the Epidermis of the Earthworm in Regeneration. A. f. Entwm. XIX. 16—57. 3 pl. **1905.**

IV. **Randolph H.,** Observations and Experiments on Regeneration in Planarians. A. f. Entwm. V. 532—572. 19 tfig. **1897.**

IV. — — The regeneration of th. tail in Lumbriculus. Zoologischer Anzeiger. 14. Jahrgang. 154. (Vorläufige Mitteilung zu): **1891.**

IV. — — Journ. Morph. Boston. VII. 317. tb. XIX—XXII. **1892.**

VIII. **Randolph R. L.,** The regeneration of the Crystalline Lens. The John Hopkins Hospital Reports IX. 237—263. **1900.**

VIII. **Ranvier L.,** Leçons sur l'Histologie du système nerveux. II. 80. **1878.**

VIII. — — De la régénération des nerfs de l'épithelium antérieur de la cornée et de la théorie du développement continu du système nerveux. C. R. LXXXVIII. 979. **1879.**

VIII. — — Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet. C. R. CXXVI. 23. **1898.**

VIII. — — Recherches expérimentales sur le mécanisme de la cicatrisation des plaies de la cornée. Arch. Anat. Micr. Path. II. 44. tb. III, IV. **1898.**

VIII. — — Dasselbe: Arch. Anat. Micr. Paris. II. 117. tb. VII—VIII. **1898.**

V. **Rath, O. vom,** Über die Fortpflanzung der Diplopoden (Chilognathen). Ber. Nat. Ges. Freiburg. V. 1. Abb. 1. **1890.**

V. **Rathbun M. I.,** The genus Callinectes. Proc. U. S. Nation. Mus. XVIII. 349—375. Abb. 12—28. **1896.**

VIII. **Rathcke P.**, Zur Regeneration der Uterusschleimhaut, inbesondere der Uterusdrüsen nach der Geburt. Archiv für pathologische Anatomie. CXLII. 474. tb. XI. **1895.**

VI. **Rawitz B.**, Die Fußdrüse der Opisthobranchier. Abteilung Akad. Berlin. 2 tb. **1896.**

VI. **Raynaud**, Observations sur l'Animal de la Harpe. Mém. Soc. d'hist. nat. Paris. 31. **1834.**

VI. **Raymond W. I.**, Why does Prophysaon shed its tail? Nautilus. IV. 6—7. **1890.**

IV. **R. (E. Potts)**, Reproduction in Urnatella. Amer. Natural. XXV. 380. **1891.**

II. **Réaumur R. A. de**, Mém. de l'Acad. 466. pl. X. **1710.**

V. — — Sur les diverses reproductions qui se font dans les ecrevisses lesomars, les crabes etc. et entre autre sur celles de leurs jambes et de leurs ecailles. Mém. de l'Acad. Roy. d. Sc. 226. pl. 12. Paris. [Übersetzung Paris 1712. Abhandlung 1753. IV. 25—51. 1 pl.] **1712.**

V. — — Observations sur la Mue des Ecrevisses. Mém. Ac. Sc. 263. **1718.**

V. — — Mémoires sur les Insectes. 365. pl. 23. **1734.**

III. — — Mémoire pour servir a la hist. des Insectes. Paris. VI. **1742.**

IV. — — Dasselbe: VI. Préface. (Amsterdam, 1748.) Paris. **1742.**

II. — — Brief an Trembley. 14. XII. **1742.**

VIII. **Recklinghausen F. v.**, Über Regeneration der roten Blutkörperchen. Würzburger Naturwissenschaftliche Zeitschrift. VI. Sitzungsbericht. V. 10. (1865—1866.) **1866—1867.**

VIII. **Recklinghausen**, De la régénération des globules rouges du sang. Gaz. d'hôpit. Paris. XLVIII. 77. **1875.**

VI. **Récluz C.**, Des Anomalies chez les Mollusques. Journ. d. Conchyl. VII. (3 Sér. III.) 209. **1858.**

VIII. **Reed M. A.**, The regeneration of a whole foot from the cut end of a Leg containing only the Fibia. A. f. Entwm. XVII. **1903.**

V. — — The Regeneration of the First Leg of the Crayfish. A. f. Entwm. XVIII. 307—316. 2 pl. 3 fig. **1904.**

V. **Rees I. van**, De beteekenis der chorocyten („Wanzerzellen") etc. Feestbundel Donders-Jubileum. 294. tb. 7. **1888.**

V. **Reh D. L.**, Über Schildbildung und Häutung bei Aspidiotus perniciosus. (31. Juli 1900.) (Vorläufige Mitteilung.) Zoologischer Anzeiger. XXIII. 502—504. **1900.**
(Ausführlicher Bericht: Hamb. wiss. Anst. XVII. Mitteilungen d. bot. Museums.)

VIII. **Reich Mich.**, Über die Regeneration der Hornhaut. Klinische Monatsschrift für Augenheilkunde. XI. Jahrgang. 197. **1873.**

VI. **Reinhardt**, Zwillingseier von Schnecken. Mit (Bemerkung von F. E. Schulze.) Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde Berlin. 78. **1887.**

VIII. **Reinke F.**, Die Regeneration der Linse und ihr Verhältnis zum Zweckbegriff. Sitzungsbericht Naturf. Ges. Rostock. Nr. 1. Januar. **1902.**

VIII. **Remesow E.**, Materialien zum Studium des Wachstums der Haare bei den Säugetieren. St. Petersburg. Dissertation. 50. 1 tb. (russisch; zitiert nach Bischoff). **1893.**

V. **Rengel C.**, Über Veränderungen des Darmepithels bei Tenebrio molitor während der Metamorphose. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXII. 1—60. Abb. I. **1897.**

V. — — Über die periodische Abstoßung und Neubildung des gesamten Mitteldarmepithels bei Hydrophilus, Hydrous und Hydrobius. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXIII. 440. tb. XXIII. **1898.**

VIII. **Renkin**, On the structure and habits of the slow-worms (Anguis fragilis). Edenb. new Philos. Journ. V. New ser. **1857.**

IV. **Repjachoff W.**, Zamistka o razwytjy golownaga ganglja pry bezpopowom razmnożenji Olygochjet. (Deutsch: Bemerkungen über die Entwicklung des Kopfganglions bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der Oligochaeten.) In: Zapysk. noworossyjsk. obszcz. estest. Odessa. IV. 17. **1877.**

IV. — — Zur Entwicklungsgeschichte von Polydorus flavocapitanus und Saccocirrus papillocercus. Zoologischer Anzeiger. 4. Jahrgang. 518—520. **1881.**

VIII. **Reuter**, Sitzungsbericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz. 26. **1875.**

VIII. **Ribbert H.**, Über Regeneration und Entzündung der Lymphdrüsen. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie und allgemeinen Pathologie. VI. 185—224. **1889.**

VIII. — — Über die Regeneration der Mammilla nebst Bemerkungen über ihre Entwicklung. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXXVII. 139—158. tb. IX. **1891.**

VIII. — — Beiträge zur kompensatorischen Hypertrophie und zur Regeneration. A. f. Entwm. I. 69—90. tb. IV. **1894.**

VIII. — — Über Veränderungen transplantierter Gewebe. A. f. Entwm. VI. 131—147. **1897 1898.**

VIII. — — Über Transplantation von Ovarium, Hoden und Mamma. A. f. Entwm. VII. 688—708. **1898.**

VIII. — — Zur Regeneration der Leber und Niere. A. f. Entwm. XVIII. 267—288. tb. XVI. **1904.**

VIII. — — Über Neubildung von Talgdrüsen. A. f. Entwm. XVIII. 578—583. XXXV. **1904.**

V. **Richard J.**, Sur quelques cas de monstruosités observés chez les Crustacés Décapodes. I. Ann. des sciences-naturelles. (7.) Zool. XV. 99. 2 fig. **1893.**

V. **Richardson N. M.**, Substitution of a wing for a leg in Zygaena filip. Ent. Month. Mag. XXV. 289. **1889.**

IV. **Richters F.**, Bipalium Kewense; eine Landplanarie des Pflhss. zu Frankfurt a. M.; Zoologischer Garten. 28. Jahrgang. 231. 3 fig. **1887.**

VIII. **Ridewood W. G.**, On the Skeleton of regenerated Limbs of the Midwife Toad. (Alytes obstetricans.) Proc. Zool. Soc. London. 101—106. **1898.**

VIII. **Ridewood W. G.,** Exhibition of microscopic sections (zu Thomas s. das.!). Proc. Zool. Soc. London. II. 494. **1905.**

IV. **Rievel H.,** Die Regeneration des Vorderdarmes und Enddarmes bei einigen Anneliden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXII. 289. tb. XII—XIV+1 tfig. **1897.**

III. **Riggenbach E.,** Beobachtungen über Selbstverstümmelung. Zoologiseher Anzeiger. XXVI. **1901.**

VI. — — Beobachtungen über Selbstverstümmelung. Zoologischer Anzeiger. XXXIV. 587—593. Nr. 653. 30. Sept. **1901.**

VIII. **Rindfleisch,** Traité d'Histologie pathologique. Paris. **1872.**

IV. **Ritter W. E.,** Note on an abnormal Polygordius-Larva. Amer. Nat. XXVI. 1047. 3 fig. Dez. **1892.**

VII. — — On Budding in Goodsiria and Perophora. Anatomischer Anzeiger. X. 364—368. **1895.**

VII. — — Budding in Compound Ascidians, based on Studies on Goodsiria and Perophora. Journ. Morph. Boston. XII. 149—223. Abb. 12—17. **1897.**

VII. **Ritter W. E.** and **Congdon E. M.,** Proc. Calif. Acad. Sc. II. 365. **1900.**

IV. — — On the Inhibition by artificial section of the normal fission Plane in Stonostoma. Proc. Californ. Acad. Sc. Nr. 2. **1900.**

III. **Ritter W. E.** und **Crocker G. R.,** Multiplication of Rays a. Bilateral Symmetry in the 20.-rayed starfish, Pycnopodia helianthoides Stimps. Papers fr. Harriman Alaska. Exped. III. Wash. Acad. Proc. II. 247—274. tb. XIII—XIV. **1900.**

VIII. **Robert F.,** Über Wiederbildung quergestreifter Muskelfasern. Dissertation Kiel. — Beiträge zur pathologischen Anatomie Ziegler. X. 169. tb. IX—X. **1890.**

IV. **Robertson Ch.,** Note on a Double Earthworn. Lumbricus terr. Qu. J. M. Sc. XV. (new. s.) 157—158. fig. 1—2. **1867.**

VIII. **Robin,** Dictionnaire de Déchambre. (cap.: Génération 449.) **1881.**

V. **Röber J.,** Eine Monstrosität von Limenitis populi. Korr.-Bl. Ent. Ver. Iris. No. 2. 31. **1884.**

VI. **Römer J.,** (Kronstadt in Siebenbürgen.) Eine geweihhörnige Weinbergschnecke. Natur und Haus. Illustrierte Zeitschrift für alle Naturfreunde. Heft 16. **1903.**

VI. — — Nochmals die geweihhörnige Weinbergschnecke. Daselbst. Heft 19. 1. VII. **1903.**

VIII. **Rörig Adolf,** Über Geweihentwicklung und Geweihbildung. II. Abschnitt: Die Geweihentwicklung in histologischer und histogenetischer Hinsicht. A. f. Entwm. X. 618—644. Lit. 643. **1900.**

VIII. — — III. Die normale Geweihentwicklung und Geweihbildung in biologischer und morphologischer Hinsicht. A. f. Entwm. XI. 65—118. 4 tfig. Lit. 145—148. **1900/1901.**

VIII. — — Abnorme Geweihbildungen und ihre Ursachen. A. f. Entwm. XI. 225—309. tb. VII—X. Lit. Abnorme Geweihe. 301—302. **1900/1901.**

VIII. **Rörig Adolf,** Gestaltende Korrelationen zwischen abnormer Körperkonstitution der Cerviden und Geweihbildung derselben. A. f. Entwm. 1750. tb. I—V. **1907.**

V. **Roesel von Rosenhof,** Fernere Beschreibung des hiesigen Flußkrebses und seiner merkwürdigen Eigenschaften. pl. XL und XLI. (Fig. reprod. Encyclopedie methodique pl. 290.) **1755.**

II. — — Insektenbelustigung. III. **1755.**

VI. **Rössler R.,** Vorläufige Mitteilung. Zoologischer Anzeiger. VII. Nr. 178. **1884.**

VI. — — Die Bildung der Radula bei den cephalopoden Mollusken. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLI. 447—482. Abb. 34 und 35. 1 fig. **1885.**

VIII. **Röthig P.,** Über Linsenregeneration. Inaugurationsdissertation. Berlin. **1898.**

V. **Rogenhofer A.,** Eine fünfflügelige Zygaena minos. Sitzungsbericht der zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien. XXXII. 34. fig. **1883.**

VI. **Roos** (oder Roose), Mercure de France. 200. Dez. **1768.**

VIII. **Rorybutt-Daskiewicz,** Degeneration und Regeneration markhaltiger Nerven. Dissertatio inauguralis. 31. Straßburg. **1878.**

IV. **Rossi,** Osservazioni intorno a due porzioni di Sanguisuga. Mem. della R. Accad. delle Science Torino. XXVII. 138. **1822.**

VI. **Roth W.,** Doppelte Regeneration eines Bartfadens bei einem Panzerwelse. Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde. XVI. 428. **1905.**

VIII. **Rouville E. de,** De la régénération de l'épithélium vésical. C. R. 1311. **1896.**

VI. **Rouzaud H.,** Recherches s. l. developpement d. organes génitaux d. quelques Gastéropodes hermaphr. Montpellier. 8°. 8 Abb. **1885.**

II. **Rowley H. T.,** Histological Changes in Hydra viridis during Regeneration. Amer. Naturalist. XXXVI. 579—583. **1902.**

VIII. **Rubin R.,** Versuche über die Beziehung des Nervensystems zur Regeneration der Amphibien. A. f. Entwm. XVI. **1903.**

V. **Rudow F.,** Eine Mißbildung von Musca domestica. Kratters entomologische Nachrichten. 7. Jahrgang. 84. **1881.**

VIII. **Ryder Ino,** A monstrous frog (Rana palustris). Americ. Naturalist. XII. 751. **1878.**

V. — — The Monostrosities observed amongst recently hatched lobsters. Americ. Natural. XX. 742. **1886.**

VIII. — — Abnormal Duplication of Urosome in Rana catesbiana. Americ. Natural. XXV. 740. 2 fig. **1891.**

VI. — — Diffuse pigmentation of the epidermis of the Oyster due to prolonged exposure to the light; regeneration of shell and loss of adductor muscle. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. 350. **1892.**

VI. — — Dasselbe.: Ann. Mg. N. H. (6.) XI. 261. **1893.**

IV. **Rywosch D.,** Über die Geschlechtsverhältnisse und den Bau der Geschlechtsorgane der Microstomiden. Zoologischer Anzeiger. X. 66—69. **1887.**

VIII. **Sacerdotti Ces.,** Sulla regenerazione dell' epitelio muciparo del tubo gastroenterico degli Anfibi. Atti Accad. Torino. XXXI. 870. Ab. — Arch. Ital. Biol. XXVI. 292. (Vorl. Mitt. zu): **1896.**

VIII. **Sacerdotti Ces.**, Über die Regeneration des Schleimepithels des Magendarmkanals bei den Amphibien. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLVIII. 359. tb. XV. **1896.**

VIII. **Sacerdotti C.** und **Frattin G.**, Über die heteroplastische Knochenbildung. Experimentelle Untersuchungen. Virchovs Archiv. CLXVIII. 1 tb. **1902.**

IV. **Saint Joseph, de,** Les Annélides polychètes des Côtes de Dinard. 2. Partie. Ann. Sc. N. (7.) V. 141—338. Abb. VI—XIII. **1888.**

IV. — — Ann. Sc. Nat., Zool., (7.) XX. pl. XI. fig. I. (s. Caullery!) **1895.**

VII. **Salensky,** Morphologische Studien an Tunicaten. II. Über die Metamorphose der Distaplia magnilarva. Morphologisches Jahrbuch, XX. 449—542. **1893.**

VIII. **Samuel S.,** Die Regeneration. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie von Virchow. L. 323—354. **1870.**

VIII. **Sanarelli Giùs.**, I processi riparativi nel cervello e nel cerveletto. Atti Accad. Lincei. Mem. (14.) VII. 4. tb. **1894.**

VI. **Sanders H.,** Nachrichten von geköpften Schnecken. Der Naturforscher. 16 Stück. Halle. **1781.**

VIII. **Sanfelice F.,** Intorno alla rigenerazione del testicolo. Part. I. Boll. Soc. Natural. Napoli. I. 93. tb. LXII. **1887.**

VIII. — — Intorno alla rigen. d. testic. Arch. Ital. Biol. T X. 69. 2 tb. **1888.**

IV. **Sangiovanni,** Über die Reproduktion des Regenwurmes. Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde von Froriep. VII. **1824.**

III. **Sarasin P.** und **F.**, Knospenbildung bei Linckia multifora. Ergebnisse der Naturforsch. auf Ceylon. I. Heft 2. Taf. IX. **1884—1885.**

III. **Sars G. O.**, Researches on the Struct. and Affin. of the gen. Brisinga. Christiania. 76. **1875.**

III. — — Bidrag til Kundskab om Michelhavets Littoralfauna. 97. **1875.**

V. **Sartorius A. S.,** Beschreibung einiger Monstruositäten an Käfern. Wien. Entom. Monatschrift. II. Nr. 2. 49. **1858.**

VIII. **Schacht H.,** Aus dem Leben unserer Nager. Zoologischer Garten. XIII. 161. **1872.**

II. **Schaeffer Chr. F.,** Abhandl. von den Armpolypen in süßen Wass. in Regensburg. IV. Abschnitt. Versuche. 116. **1755.**

VI. — — Erstere und fernere Versuche mit Schnecken nebst einem Nachtrage. Zweite Auflage. Regensburg. **1770.**

VIII. **Schaper A.,** Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Radiumstrahlen und der Radiumemanation auf embryonale und regenerative Entwicklungsvorgänge. Anatomischer Anzeiger. XXV. Nr. 1. 413. **1904.**

VIII. **Schiefferdecker P.** und **Bischoff C. W.,** Über den Einfluß des Schneidens der Haare auf deren Wachstum. Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft. Bonn. Medizinische Sektion. 65. **1897.** Vorläufige Mitteilung zu Bischoff.

VIII. **Schimkewitsch W.,** Über den atavistischen Charakter der Linsenregeneration bei Amphibien. Anatomischer Anzeiger. XXI. 48—50. 1 fig. **1902.**

III. **Schleiden,** Das Meer. Berlin. II. Auflage. 353. fig. 113. **1874.**
III. **Schmeltz J. D. E.,** Verhandlungen des Vereines für naturwissenschaftliche Unterhaltung. Hamburg. IV. 15. **1879.**
VIII. **Schmuck Fr. W.,** Fasciculus admirandorum naturae oder der Spielenden Natur Kunstwerke. In verschiedenen Mißgeburten vorgestellt. Nr. V. Straßburg. **1679.**
IV. **Schmidt F.,** Zwei Fälle von Mißbildung bei Lumbriciden. Sitzungsbericht der Naturforscher-Gesellschaft. Dorpat. VIII. 146. **1886.**
VIII. **Schmidt M.,** Nachrichten aus dem Zoologischen Garten in Frankfurt a. M. Zoologischer Garten. VI. 101, 142. **1865.**
VIII. — — Über Geweihbildung. Ebenda. VII. 47, 61. **1866.**
VIII. — — Schnabelmißbildungen bei Papageien. Zoologischer Garten. VII. 312. **1866.**
IV. **Schmidt O.,** Die rhabdocoelen Strudelwürmer. Jena. 57. **1848.**
IV. — — Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer. 36 **1848.**
II. — — Niedere Tiere in Brehms Tierleben. X. Leipzig. 534—535 **1878.**
VIII. **Schneider A.,** Über die Vermehrung der Epithelzellen der Hornhaut. Würzburg. Naturhistorische Zeitschrift. VII. 510. **1854.**
V. **Schneider G. T.,** Monographia genesis Raphidiae. Vratislaviae. 48—49. **1843.**
VIII. **Schreiber E.,** Herpetologia Europea, Braunschweig. **1875.**
VIII. — — Über den Rippenmolch. Pleurodeles Waltlii. Zoologischer Garten. XIX. **1878.**
I. **Schuberg,** Zur Kenntnis des Stentor coeruleus. Zoologisches Jahrbuch. Abteilung für Anatomie und Ontog. IV. 197. **1891.**
VI. **Schülke H.,** Regenerieren Schnecken verloren gegangene Fühler? Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde. XVII. Heft 10. 8. III. **1906.**
V. **Schultz Eug.,** Über Regeneration von Spinnenfüßen. Trav. Soc. Natural. Petersburg. XXIX. Livr. 1. Nr. 2. Prot. Comptes rendus de séances. 94—101. **1898.**
IV. — — Aus dem Gebiete der Regeneration. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXVI. 605. tb. XXXVI und XXXVII. **1899.**
IV. — — Über Regeneration bei Planarien. (Vorläufige Mitteilung.) Trav. Soc. Natural. Petersbourg. Prot. XXXI. 118—119. **1900.**
IV. — — Über Regeneration bei Polycladen. Zoologischer Anzeiger. XXIV. 527—529. **1901.**
IV. — — Aus dem Gebiete der Regeneration. II. Über die Regeneration bei Turbellarien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXII. 1—30. 2 tb. **1902.**
IV. — — III. Über Regenerationserscheinungen bei Phoronis *mülleri*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXV. 391—420. 2 tb. **1903.**
IV. — — IV. Über Regenerationserscheinungen bei Actinotrocha *branchiata*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LXXV. 473—499. 1 tb. **1903.**
IV. — — Über Reproduktionen. I. Über Hungererscheinungen bei Planaria lactea. A. f. Entwm. 555—577. tb. XXXIV. **1904.**
V. — — Über atavistische Regeneration bei *Flußkrebsen*. A. f. Entwm. XX. 38—47. 1 tb. **1905.**

VII. **Schultz Eug.**, Über Reduktionen. III. Die Reduktion und Regeneration des abgeschnittenen Kiemenkorbes von Clavellina lepadiformis. A. f. Entwm. XXIV. 503—523. tb. XVII. **1907.**

V. **Schultz O.**, Einige Worte über Monstra per accessum unter Lepidopteren im allgemeinen und über eine derartige Bildung bei Smernithus ocellatus L. im besonderen. Illustrierte Wochenschrift für Entomologie. II. 631—633. **1897.**

VII. **Schultze L. S.**, Die Regeneration des Ganglions von Ciona intestinalis und über das Verhältnis der Regeneration und Knospung zur Keimblätterlehre. Jenaer Zeitschrift der Naturwissenschaften. XXXIII. 263—341. tb. XII—XIII. **1900.**

IV. **Schultze Max.**, Über Fortpflanzung und Teilung bei Nais proboscidea. Wiegemanns Archiv für Naturgeschichte. I. 15. Jahrgang. 293—304. **1849.**

IV. **Schulze Franc. Ferd.**, De planariarum vivendi ratione et structura penitiori nonnulla. Berolini. 30. **1836.**

III, VI. **Schweigger A. F.**, Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Tiere. Leipzig. 253, 685. **1820.**

VIII. **Scott G. G.**, Further Notes on the Regeneration of the Fins of Fundulus heteroclitus. Biol. Bullet. XII. 385—400. **1906.**

V. **Scudder S. H.**, Entomological Notes II., Proc. Boston. Nat. hist. Soc. XII. 99. **1869.**

III. **Seba Albertus**, „Thesaurus“ rerum naturalium III. tb. VIII. Amst. fig. 9. **1758.**

IV. **Seeliger O.**, Die ungeschlechtliche Vermehrung der entopr. Bryozoen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXLIX. 169. tb. IX—X. **1889.**

IV. — — Bemerkungen zur Knospenentwicklung der Bryozoen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. L. 560. tb. XV, XVI. tfig. **1890.**

II. — — Über das Verhalten der Keimblätterknospung der Coelenteraten. **1894.**

IV. **Sekera E.**, Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserturbellarien. Sitzungsbericht der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag. (Mit deutschem Auszug.) **1888.**

III. **Semon R.**, Ein Fall von Neubildung der Scheibe in der Mitte eines abgebrochenen Seesternarmes. Jenaer Zeitschrift. XXIII. 585—593. tb. XXIX. **1889.**

VIII. — — Die Mneme. Engelmann. Leipzig. 2. Aufl., 285. **1905.**

III. **Semper**, Reisen im Archipel der Philippinen. II. Teil. I. Holoth. 200. Wiesbaden. **1868.**

IV. — — Über die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Tiere. Arbeiten aus dem zoologischen Institut. Würzburg. **1876/1877.**

VI. — — Reisen im Archipel der Philippinen. II. Teil. III. Heft I. 1. 21. **(1870—)1894.**

VI. **Senebier**, Observations sur la physique par Rozier. Paris. **1777.**

V. **Seringe J. Ch.**, Sur quelques monstruosités des Insectes. Mém. 1832 a la soc. linnéenne Lyon. Lyon. **1834.**

VIII. **Sgobbo, Fr.,** Sulla regenerazione del midollo spinale nei vertebrati. La Psichiatria. VIII. **1891.**

V. **Sharp D.,** Account of the Phasmidae with notes on the Eggs. in: Zool. Results based on material fr. New Britain, New Guinea etc. by A. Willey. pt. I. 75. **1898.**

IV. **Shaw G.,** Description of the Hirudo viridis, a new English Leach. Trans. Linn. Soc. I. Lond. 93—95. **1791.**

VIII. **Shortt J.,** Notice of a double-headed Water-Snake (Hydrophis sublaevis). Journ. of the Proc. Linn. Soc. London Vol. IX. 49. fig. **1868.**

VIII. **Siebold v.,** Observationes quaedam d. salamand. et triton. Diss. Berolini. Cap. IV. fig. 20—24. **1828.**

VIII. **Sieveking H.,** Beiträge zur Kenntnis des Wachstums und der Regeneration des Knorpels nach Beobachtungen am Kaninchen- und Mäuseohr. Morphol. Arb. G. Schwalbe. I. 121—135. tb. VIII, IX. **1892.**

VIII. **Simmerbacher G.** (Notiz über eine sechsfüßige Molge). Zoologischer Garten. XXVI. Jahrgang. 93. **1885.**

VIII. **Simmonds M.,** Weitere Beobachtungen über compensatorische Hypertrophie der Nebenniere. Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. **1900.**

III. **Simroth H.,** Anatomie und Schizogonie der Ophiactis. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXVIII. 419. tb. XII—XXV und 9 Holzschnitte. **1877.**

V. **Sinéty R. de,** Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmas. La Cellule, XIX. I fasc. 117. (134—136.) **1901.**

VI. **Sluiter C. Ph.,** Über die Bildung der Kalkröhren von Gastrochaena. Nat. Tijdschr. Nederl. Ind. Batavia, Deel. 50. 45. Abb. 1. **1890.**

III. — — On a probable period. amput. of the disk-cover. by. Ophiurids. 2 fig. Tijdschr. Nedl. Dierk. Vereen (2.) D. 5. Auflage. 2/4. 306—310. **1898.**

III. — — Auszug von Ludwig. Zoologisches Zentralblatt. 5. Jahrgang. 561. **1898.**

V. **Smith F. F.** Notes on a bicaudate Specimen of Limulus Polyphemus. Tufts College Studies. No. 8. I. **1894—1904.**

IV. **Smitt,** Öfvers. af K. Vet. Akad. Förhandl. No. 2. 168. **1865.**

IV. — — Om Hafs *Bryozoernas* utweckling och fettkroppar. Öfv. No. 1. 29, 30. **1865.**

IV. — — Öfvers. 502, 505. pl. XIII. fig. 39. **1866.**

II. **Snyder Ch. D.,** The Effects of Destilled Water on Heteromorphosis in a Tubularian Hydroid. A. F. Entwm. XIX. 1—15. **1905.**

VIII. **Sömmering W.,** Beobachtungen über die organischen Veränderungen, welche im Auge nach Staroperationen vor sich gehen. Frankfurt a. M. **1828.**

VIII. — — On the organic alterations in the interior of the eye after the reclination of the lens. Lancet I. 199—200. 15. Nov. **1828/1829.**

VIII. **Sordelli F.,** Descrizione di una Rana polimelica nel Museo Civico di Milano, con alcune considerazioni sulla polimelia e sulla polidattilia negli Articolati. Atti Soc. Ital. sc. nat. XIX. 392. **1876.**

VIII. **Sordelli F.,** Nuovo caso di polimelia nella Rana mangereccia (Rana esculenta). Atti Soc. Ital. sc. nat. Vol. XXI. 48. **1879.**

V. **Soubeiran L.,** Sur l'histoire naturelle et l'éducation des Ecrevisses. C. R. LX. 1249. **1865.**

III. **Spallanzani,** Mem. de Matem. e Fisica. Verona. I. 589. **1742.**

VI. — — Memoria seconda ed ultima sopra la riproduzione della Teste nelle Lumache terrestri. Memorie di Mathematica e Fisica della Società Italiana. II. p. II. 560 ff. **1743.**

VI. — — Prodromo di un opera ad imprimersi sopra le reproduzioni animali. Modena. **1768.**

IV. — — Prodromo di un opera da imprimersi sopra le riproduzioni animali. Modena. 1768. Französische Übersetzung: Programme au précis d'ouvrage sur les reproductions animales, übs. M. B. Genève. Cap. II. Repr. d. ver. de terre. **1768.**

VIII. — — Physikalische und mathematische Abhandlungen. Mit Kupfern. Leipzig. **1789.**

V. **Speyer A.,** Lepidopterologische Mitteilungen XLIX. Stettiner entomologische Zeitung. 200—213. (206.) **1888.**

VI. **Sporleder A.,** Kleine malakozoologische Notizen. Nachrichtenblatt der deutschen Malak. Gesellschaft. 2. Über die Erneuerung des emittierten Pfeils. 3. Jahrgang. 17. **1871.**

V. **Stahr H.,** Neue Beiträge zur Morphologie der Hummerscheren mit physiologischen und phylogenetischen Bemerkungen. Jenare Zeitschrift für Natur. XXXII. 457. tb. 20, 21. **1898.**

V. — — Über das Alter der beiden Chelae von Homarus vulgaris und über die „similar Claws" Herricks. A. f. Entwm. XII. 161—166. **1901.**

V. **Stamati Gr.,** Sur une monstruosité de l'ecrevisse commune (Ast. Fluv.). Bull. Soc. Z. France. XIII. 109. fig. **1888.**

VI. **Standen R.,** Observations on the reproduction of the dart, during an attempt to bread from a sinistral Helix aspersa. Journ. Conch. Leeds. VII. 33. **1892.**

V. **Stannius H.,** Über einge Mißbildungen bei den Insekten. (MitAbbildungen.) In Müllers Archiv für Anatomie. 295. **1835.**

V. **Steele M. J.,** Regeneration of Crayfish Appendages. Univ. of Missouri Studies II. (No. 4) 189—235. 4 tbs. **1904.**

V. — — Regeneration in Compound Eyes of Crustacea. J. of exp. zoöl. V. 163—243. XVI Tafeln + 2 tfig. (Dez.) **1907.**

VI. **Steentrup J. J.,** Hectocotylus annelsen hos Octopodslaegterne Argonauta og Tremoctopus oplyst ved Jagttagelse af liguende Dannelser hos Blaeckspruterne i Almindelighed: Kgl. Vid. Selsk. Skrifter 5. Rackke naturv. math. Afd. IV. 211. **1856.**

III. — — Forhandl. ved. d. Skand. Naturforsk. syv. Möde i Christiania. 230. **1857.**

I. **Stein Fr.,** Organism. der Infus. th. Leipzig I. Abteilung. 150. II. Abteilung tb. V. fig. 3. **1859.**

I. **Sterki V.,** Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXXI. 29—58. tb. IV. **1878.**

II. **Stevens N. M.,** Regeneration in *Tubularia* mesembryanthemum. A. f. Entwm. XIII. 410—415. 1 tb. 1 fig. **1901.**

IV. — — Notes on Regeneration in Planaria *lugubris*. A. f. Entwm. XIII. 396—409. 1 pl. 2 fig. **1901.**

II. — — Regeneration in *Tubularia* mesembryanthemum. II. Bd. XV. 319—326. 13 fig. **1902.**

II. — — Regeneration in *Antennularia*. ramosa. A. f. Entwm. XV. 429—447. 12 fig. **1902.**

I. — — Further Studies on the Ciliate Infusoria, *Licnophora* and Boveria. Dissertation Bryn Mawr. 1—45. **1903.**

I. — — Notes on Regeneration in *Stentor* coeruleus. XVI. 461—475. 55 fig. **1903.**

IV. — — On the germ. cells a. the Embryology of Planaria simplicissima. Proc. Nat. Sc. Philadelphia. **1904.**

IV. **Stevens N. M.** and **Boring A. M.,** Regeneration in Polychoerus caudatus. J. exper. Zool. II. 335—346. 2 pl., 21 fig. **1905.**

IV. **Stevens N. M.,** A. Histological Study of Regeneration in Planaria simplicissima, Planaria maculata and Planaria morgani. A. f. Entwm. XXIV. 350—373. **1907.**

VIII. **St. Hilaire J. G.,** Histoire naturelle, générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'Homme et chez les Animaux. I. Brüssel. **1837.**

VIII. **Stilling H.** und **Pfitzner W.,** Über die Regeneration der glatten Wurzelfasern. Berliner Akad. Nat. Med. Ver. Heidelberg. XXVIII. 396. tb. XXV. **1885.**

III. **Stimpson W.,** On new genera and species of starfish of the family of Pycnopodida. Proc. Bost. Soc. Nat. hist. VIII. 261—273. **1862.**

IV. **Štolc A.,** Versuche betreffend die Frage, ob sich auf ungeschlechtlichem Wege die durch den mechanischen Eingriff oder das Millieu erworbenen Eigenschaften vererben. (Bull. intern. Acad. Sc. Prague, m. n. Anno VII. 150—180, 26 fig.) A. f. Entwm. XV. 638—668. 26 tfig. **1903.**

VIII. **Stone W.,** The Molting of Birds. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. 108. tb. IV, V. **1896.**

VIII. **Strahl H. D.,** Regeneration der Uterusschleimhaut bei der Hündin nach dem Wurfe. Anatomischer Anzeiger. IX. 662. **1894.**

VIII. — — Der uterus post partum. I. Anatomische Hefte. I. Abteilung. III. 509. tb. XXIII. **1894.**

VIII. — — prov. Decidua hp.; D. puerperal. bei der Hündin. V. 335. tb. XXIII—XXX. **1895.**

V. **Strecker H.,** Description of a new Colias fr. th. Rocky Mount. a. a. ex. of polymelian in Samia cecropia. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. 24. **1885.**

V. — — Dasselbe: An example of Samia Cecropia having a fiftth aborted wing Ann. Mg. N. H. (5.) XV. 426. **1885.**

VIII. **Stricker S.,** Über Gefäßneubildung. Allgemeine Wiener medizinische Zeitung. XVI. Jahrgang. 37. **1871.**

VIII. **Strobel,** Cenno su tre casi di polimelia nelle Rane. Atti soc. It. Milano. XVIII. 405. IX. **1875.**

VIII. **Strobel P.**, Cenno su tre casi di polimelia nelle Rane. (1 Abb.) Atti Soc. It. Sc. Nat. XVIII. 405. sep. Milano. Bernardon. **1876.**

VIII. — — Ulteriori cenni sulla polimelia nelle Rane (I Abb.) Atti Soc. Ital. Sc. Nat. XIX. 385. **1876.**

VIII. **Stroebe H.**, Experimentelle Untersuchungen über Degeneration und Regeneration peripherer Nerven nach Verletzungen. Beiträge zur pathologischen Anatomie. Ziegler. XIII. 160. tb. VII—VIII. **1893.**

VIII. **Stroganow**, Über die Regeneration der Haare. Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 516. (Cit. nach Giovannini.) ? **1889.**

VIII. **Stuckmann**, Experimentelle und histologische Untersuchungen über die Regeneration der weiblichen Mammilla. Diss. Bonn. **1880.**

II. **Studer Th.**, Über Echinodermen ans dem antarktischen Meere usw. Monatsbericht der preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin. (187.) 457. **1877.**

VIII. **Suworow E. K.**, Über die Regeneration der Flossen bei Knochenfischen. Arbeiten der kaiserlichen Gesellschaft der Naturforscher. Petersburg. XXXIII. Lieferung 4. I—49. (Deutscher Auszug 79—81. **1904.**

V. **Tafner V.**, Über künstlich verwachsene Schmetterlinge. Math. natw. Ber. Ungarn. XIX. 344—346. **1901—1904.**

VIII. **Tarchetti C.**, Beitrag zum Studium der Regeneration der Hautdrüsen bei Triton cristatus. Zieglers Beiträge. XXXV. 215—232. **1904.**

VIII. **Taruffi Ces.**, Nota storica sulla polimelia delle Rane. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. XXIII. 112. **1880.**

VI. **Taylor J.**, Abnormal Clausilia perversa. Journ. Chouch. Leds. VII. 327. **1894.**

IV. **Thacher Henrietta F.**, The Regeneration of the Pharynx in Planaria muculata. Amer. Naturalist. XXXVI. 633—641. 8 fig. **1902.**

II. — — A preliminary Note on the Absorption of the Hydranths of Hydroid Polyps, Biol. Bul. biol. Lab. Woods Holl. IV. 96—98. **1903.**

II. — — Absorption of the Hydranth in Hydroid Polyps, Biol. Bull. VI. 287—303. 5 fig. **1903.**

VIII. **Thévenot**, Mémoires de l'Académie des sciences. **1686.**

VIII. **Thiersch**, in Pitha und Billroth: Handbuch der Chirurgie. **1867.**

VIII. **Thomas Oldfield**, Exhibition of, and remarks upon, tails of Dormice showing regeneration of the vertebrae. Proc. Zool. Soc. London. II. 491—494. 2 fig. May-Dec. **1905.**

II. **Thomson J. A.**, On the structure of Suberites; tog. w. note on Capsules on Spongelia. Trans. Roy. Soc. Edinb. vol. XXXIII. 241—245. tb. 16—17. **1887.**

VIII. **Thorel**, Nierenregeneration. Archiv für klinische Medizin. **1903.**

VIII. **Thunberg C. P.**, Aves monstrosae descriptae. (II. Abs.) Actae. Soc. Upsala. IX. 196. **1827.**

V, VIII. **Tiedemann F.**, Beschreibungen einiger seltener Tiermißgeburten. Deutsches Archiv für die Physiologie von Meckel. V. 125. pl. II. **1819.**

VIII. **Tirelli V.**, Des processus réparateurs dans le ganglion intervertébral. Arch. Ital. Biol. XXIII. 301. **1895.**

VIII. **Tizzoni**, Studio sperimentale sulla rigenerazione partiale e sulla neoformazione del fegato. Accad. Reale dei Lincei. CCLXXX. **1882/1883.**

VIII. **Todd**, On the process of Reproduction of the members of the aquatic Salamander. Quaterly Journ. of Science etc. (Royal Institution.) XVI. 84. **1827.**

VIII. **Tofohr Otto**, Operationen an Reptilien. Natur und Haus. Illustrierte Zeitschrift für alle Naturfreunde. Jahrgang XI. 19. Heft. 297—300. 1. Juli. **1903.**

VIII. — — Gabelschwänzige Eidechsen (mit einer Originalphotographie). Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde. XIV. 319. Magdeburg (Creutz). **1903.**

VIII. — — Doppelschwänzige Eidechsen (mit 5 fig.), ebenda. XVI. 24. Heft. 233—235. 15. Juni. **1905.**

VIII. **Tomes Ch. S.**, On development a. succession of the poison-fangs of snakes. Philos. Trans. R. Soc. London. CLXVI. Pt. II. 377. (Abstr. Proc. R. Soc. London. XXIV. 259.) 1 tb. **1876.**

VIII. **Tornier G.**, Experimentelle Erzeugung von *Spaltfingern* usw. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde. Berlin. 24—144. **1896.**

VIII. — — Über *Hyperdaktylie*, Regeneration und Vererbung, mit Experimenten. A. f. Entwm. III. 469—475. I. **1896.**

VIII. — — II. A. f. Entwm. IV. 180—210. **1896 1897.**

VIII. — — Über experimentell erzeugte dreischwänzige *Eidechse* und Doppelgliedmaßen von Molchen. (Vorläufige Mitteilung.) Zoologischer Anzeiger. XX. 356—361. 6 fig. **1897.**

VIII. — — Über *Operationsmethoden*, welche sicher Hyperdaktylie erzeugen. Mit Bemerkungen über Hyperdaktylie und Hyperpedie. (Vorläufige Mitteilung.) Zoologischer Anzeiger. XX. 362—365. 3 fig. **1897.**

VIII. — — Entstehungsursachen der Poly- und Syndaktylie der *Säugetiere*. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde. Berlin. 39. **1897.**

VIII. — — Über *Regeneration* und Hyperdaktylie. (Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft. Berlin.) Archiv für anatomische Physiologie. Phys. Abt. 394—397. Vorläufige Mitteilung. **1897.**

VIII. — — Über *Schwanzregeneration* und Doppelschwänze bei Eidechsen. Sitzungsbericht der Gesellschaft der Naturfreunde. Berlin. 59. **1897.**

VIII. — — Ein Fall von Polymelie beim Frosche mit Nachweis der Entstehungsursachen. Zoologischer Anzeiger. XXI. 372. 6 fig. **1898.**

V. — — Das Entstehen von Käfermißbildungen, besonders Hyperantennie und Hypermelie. A. f. Entwm. IX. 501—502. tb. XX und 32 tfig. **1900.**

VIII. — — Über Amphibiengabelschwänze und einige *Grundgesetze* der Regeneration. Zoologischer Anzeiger. XXIII. 333. (Nr. 614. 7.) Mai. **1900.**

VIII. — — *Neues* über das natürliche Entstehen und experimentelle Erzeugen überzähliger und Zwillingsbildungen. Zoologischer Anzeiger. Nr. 650. 488—504. **1901.**

V. — — Bein- und Fühlerregeneration bei Käfern und ihre Begleiterscheinungen. Zoologischer Anzeiger. XXIV. (28. Oktober 1901.)

Nr. 655. 634—648. 5 fig. (Schluß: 4. November 1901. Nr. 656. 649—664.) **1901.**

VIII. **Tornier G.**, Entstehen eines *Schweinefußes* mit fünf Zehen und die Begleiterscheinungen. A. f. Entwm. XV. 227—353. **1902.**

VIII. — — Über das natürliche Entstehen und experimentelle Erzeugen überzähliger Bildungen. Zentralblatt für Chirurgie. Nr. X. **1902.**

VIII. — — Entstehung von Vorderfußhyperdaktylie bei *Cervusarten*. Morphologisches Jahrbuch. XXXI. Nr. 4. 453—505. **1903.**

VIII. — — Experimentelle Ergebnisse über angeborene Bauchwassersucht, Spina bifida, Wasserkopfbildung, 3—6 Hintergliedmaßen, Pseudoschwimmhäuten, Vererbung von pathologischem usw. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde. Nr. VII. **1904.**

VIII. — — An Knoblauchkröten experimentell entstandene überzählige Hintergliedmaßen. A. f. Entwm. XX. 76—124. **1905.**

VIII. — — Der Kampf der Gewebe im Regenerat bei Begünstigung der Hautregeneration. A. f. Entwm. XXII. (Triton cristatus.) 348—369. 23. fig. **1906.**

VIII. — — Der Kampf der Gewebe im Regenerat bei Mißverhalten des Unterhautbindegewebes. A. f. Entwm. XXII. 461—472. 9 tfig. **1906.**

VIII. — — Experimentelles und Kritisches über tierische Regeneration. Teil I—V. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin. 50—66, 264—287, 16—10. **1906.**

VIII. — — Über experimentell erzielte Kopf- und Hinterleibvermehrungen bei Axolotlen und Fröschen. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin. (Eiversuche.) 41—81. **1907.**

II. **Torrey H. B.**, Some Facts concerning Regeneration and Regulation in Renilla. Biol. Bull. Boston. II. 335—356. **1901.**

V. **Tosh J. R.**, On an abnormal Crab, Cancer pagurus. Ann. Mg. N. H. (6.) XV. 245. fig. **1895.**

VIII. **Towle Elizabeth W.**, On Muscle Regenération in the Limbs of Plethedon. Biological Bulletin. Mar. Biol. Labor. Woods Holl, Maß. II. Nr. V. 289—299. June. **1901.**

IV. **Trabut L.**, Arch. Zool. Exp. (2.) VII. 4 fig. Notes et revue. X—XI. fig. 1—4. **1889.**

IV. — — Observ. tératol. sur un Taenia saginata à six ventouses et de forme triquetre. Bull. Med. Algerie Mais. **1890.**

V. **Travis**, Letter dated Carborough, 25. Oct. 1768 (in Art. on Lobsters). Pennants, Th. British Zöology. IV. 10. London. **1777.**

II. **Trembley**, Mémoire pour serv. à l'hist. d'une gendre d. Polypes. Paris. **1744.**

V. **Treuge**, Monstruosität bei Melolontha vulgaris. Kratters Entomologische Nachrichten. 8. Jahrgang. 177. **1882.**

IV. **Trimen R.**, On Bipalium Kewense at the Cape. Proc. Z. S. London. 548. **1887.**

VIII. **Trostorff**, Experimentelle und histologische Untersuchungen über die kompensatorische Hypertrophie der Mammae. Diss. Bonn. **1888.**

IV. **Tuckermann F.**, An interesting specimen of Taenia saginata. Zoologischer Anzeiger. 11. Jahrgang. 94. **1888.**

IV. — — Supplementary Note on Taenia saginata. Ib. 473. **1888.**

VIII. **Tytler,** Journal of the Asiatic Society or Bengal. 535. **1865.**

IV. **D'Udekem J.,** Histoire naturelle du Tubifex des ruisseaux. Mém. cour-et mém des sav. étr. publ. p. l'acad. roy. Belg. XXVI. 32. **1855.**

V. **Uzel H.,** Studien über die Entwicklung der apterygoten Insekten. Berlin. 5 fig. 6 tb. **1898.**

VIII. **Vaillant,** Essai sur le système pileux dans l'espèce humaine. Thèse de doctorat. Paris. 71. **1861.**

IV. **Vaillant L.,** Sur un cas nouveau de reprod. par bourgeonnem. obs. s. une Annelide d. l. rade d. Suez. C. R. I. 60. 441. **1865.**

IV. — — Note on a new Case of Reprod. by Gemmation os. in an Annelid of the Gulf of Suez. Ann. Mg. N. H. 3 Ser. XV. 358. **1865.**

IV. — — Sur un nouveau cas de reprod. p. b. ch. l. Ann. (av. 1 pl.) Ann. d. Sc. nat. 5. Ser. Zool. III. 243. **1865.**

VIII. **Valentin G.,** Mikroskopische Untersuchungen zweier wiedererzeugter Kristallinsen des Kaninchens. Zeitschrift für rat. Medizin. 227. **1844.**

V. **Valentini J. E.,** Chela Astaci fluviatilis tribus apicibus praedita; Acta Acad. Caes. Leopold. Carol. Nat. Curios. II. 285. **1730.**

IV. **Vallisneri A.,** Sopra alcuni reproduzione de Lombrichi terrestri. (Nach Hescheler. 287. Wahrscheinlich nie gedruckt.)

IV. **Valmont de Bomare,** Dictionaire raisonné universel d'histoire naturelle, VI. Article, ver de terre. 421. **1775.**

VII. **Van Beneden et Julin,** Recherches sur la morphologie des Tuniciers. Arch. biol. Tom. VI. **1887.**

IV. **Vandelli D.,** Philosophiae ac. medic. dissert. tres. De Aponi Thermis, de nonnullis insectis terrestribus et zoophytis marinis et de Vermium terrae reproductione atque Taenia canis. Patavii. 98. diss. III. De vermium seu Lumbricocorum terrae reproductione. **1758.**

IV. **Vaney et Conte A.,** Recherches expérimentales sur la régénération chez Spirographis Spallanzanii. C. R. Soc. Biol. Paris. (11.) I. 973—975. **1899.**

VIII. **Vanlair C.,** De la régénération des nerfs périphériques par le procédé de la suture tubulaire, Archives de Biologie. I. 379. **1882.**

VIII. — — Nouvelles recherches expérim. sur la régénération des nerfs. Arch. Biol. VI. 127. tb. VI. **1886.**

VIII. — — Dasselbe: Arch. de Biol. VI. 127—235. tb. VI. **1887.**

VIII. — — Recherches chronométriques sur la régénération des nerfs. Archives de Physiologie norm. et path. Paris. (5.) VI. 217—231. (220.) **1894.**

V. **Varigny H.** de, L'amputation reflexe des pattes chez les crustacées. Paris. Revue Sci. (3.) XI. 308, 379, 701. **1886.**

VIII. **Variot G.,** Expériences sur la régénération des épithéliums pigmentaires. Bullet. Soc. Anthrop. Paris. (3.) XII. 341. Gazette Méd. Paris. LX[e] Année. No. 15. **1889.**

IV. **Vejdovsky F.,** System und Morphologie der Oligochaeten. **1884.**

IV. — — Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Heft 1. Reifung, Befruchtung und die ersten Furch. vorg. des Rhynchelmiseies. Prag. 10 tb. **1888.**

IV. — — Dasselbe: Heft 2. Die Entwicklungsgeschichte von Rhynchelmis und der Lumbriciden. Prag. 167. tb. 11—20. **1890.**

VIII. **Velich A.,** Über die Folgen einseitiger Exstirpation der Nebenniere. Wiener klinisehe Rundschau. 35. **1896—1897.**

VI. **Verany J. B.,** Mollusces médit. I. Cephalopodes. Gènes 129. **1851.**

V. **Verhoeff C.,** Über Wundheilung bei Carabus. Zool. Anzeiger. XIX. 72—74. **1896.**

VI. **Verril A. E.,** The Cephalopods of the Northeastern Coast of America. Trans. Connecticut Acad. V. 259—446. tb. **(1878—)1882.**

III. — — Notes on Radiata. No. 2. Trans. Connecticut. Acad. Arts a. Science. I. pt. 241—613. (265.) **1878.**

V. **Verson E.,** La spermatogenesi nel Bombyx mori. Padova. 3 Abb. **1889.**

V. — — Zur Spermatogenese. Zoologiseher Anzeiger. 12. Jahrgang. 100 fig. **1889.**

V. — — Altre cellule glandulari di origine post-larvale. Bull. Soc. Ent. Ital. Anno 24. 3. Abb. 1. **1892.**

V. — — Dasselbe: Publ. Staz. Bacol. Padova No. 7. tb. 15. **1892.**

V. — — Dasselbe: Postlarvale Neubildung von Zelldrüsen beim Seidenspinner. Z. Anzeiger. 15. Jahrgang. 216. (Vorläufige Mitteilung.) **1892.**

V. — — La evoluzione del tubo intestinale nel Filugello (part. sec.) Atti Ist. Venetto Sc. (7.) IX. 1273. 2 Abb. **1898.**

V. — — Evoluzione postembrionali degli arti cefalici e toraeali nel Filugello. Atti Ist. Veneto. LXIII. (2 pt.), 49—87, tb. I—III. Ann. R. S. tax. Bacol. XXXI. 1903—1904. **1898.**

V. — — Manifestazioni regenerative nelle zampe toraeali del B. Mori (Atti Ist. Veneto). Ann. R. Staz. Bacol. Padova. XXXII. **1904.**

I. **Verworn M.,** Biologische Protistenstudien. Zeitsehrift für wissenschaftliche Zoologie. XLVI. 455—470. **1888.**

I. — — Polare Erregung der Protisten durch galvanischen Strom. Pflügers Archiv. XLVI. 293. **1889.**

I. — — Biologisehe Protistenstudien II. 443. **1890.**

I. — — Physiologische Bedeutung des Zellkernes. Pflügers Arch. LI. **1892.**

I. — — Bewegung der lebenden Substanz. Jena. 31—36. **1892.**

I. — — Allgemeine Physiologie. Jena. 65. 523. **1895.**

VIII. **Viering W.,** Experimentelle Untersuchung über die Regeneration des Sehnengewebes. Areh. Path. Anat. CXXV. 252. tb. V. **1891.**

IV. **Vigelius W. J.,** Die Bryozoen, gesammelt während der 3. und 4. Polarfahrt des Willem Barents. Bijdragen tot. d. Dierkunde. 11. Auflage. Amsterdam. Holkema. 8 Abb. **1880—1881.**

IV. — — Contributions à la morphologie d. Bryoz. ectopr. Tydschr. Nederl. Dierk. V. (2.) Deel, 1. 77. 1 Abb. **1886.**

IV. **Villot A.,** Sur l'ovogénèse, la structure de l'ovaire et la regression du parenchyme des gordiens. Compt. rend. CVIII. 685. **1889.**

VIII. **Vincent H.,** Note sur les Lézards à plusieurs queues. Bullet. Soc. d'Etudes. sct. Nat. Nimes. III[e] Année. 123. **1877.**

V. **Visart O.,** Rigenerazione cellulare modilità della medesima nella mucosa intestinale. Bull. Soc. Nat. Napoli VIII. 82. Abb. 4. **1895.**

V. **Vitzou A. N.,** Recherehes s. l. structure et l. formation des téguments chez les Crustacées decapodes. Areh. d. Zool. Expér. et gen. X. **1882.**

VIII. **Vitzou A. N.,** La néoformation des cellules nerveuses dans le cerveau du Singe, consécutive à l'ablation complète des Lobes occipitaux. Comptes R. CXXI. 445. **1895.**

VIII. — — Arch. Phys. Paris. XXXIXe Année. 29. tb. I. **1897.**

VIII. **Vivante R.,** Studio sperimentale sulla riproduzione della mucosa pilorica. Mem. Accad. Torin. (2.) XLIV. 565. Abb. **1894.**

IV. **Vogt C.,** Vorlesungen über nützliche und schädliche verkannte und verläumdete Tiere. Leipzig. **1864.**

IV. **Voigt W.,** Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien. Biologisches Zentralblatt XIV. 745—771. **1894.**

IV. — — Künstlich hervorgerufene Neubildung von Körperteilen bei Strudelwürmern. Sitzungsbericht der Niederrheinischen Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde zu Bonn. Nat. Sect. 25—31. 3 fig. **1899.**

IV. — — Über den Einfluß der Temperatur auf die Fortpflanzungsverhältnisse. Sitzungsbericht der Niederrheinischen Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde. 19—21. **1900.**

VIII. **Vollmier E.,** Ein Beitrag zu der Lehre von der Regeneration speziell der Hautdrüsen der Amphibien. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLII. 405. tb. XXIV—XXV. **1893.**

VIII. **Vrolick** in Becker. **1877.**

VIII. **Vulpian A.,** Sur le developpement de la queue des jeunes embryons de grenouilles après qu'on l'a separée du corps. Comptes R. XLVIII. 807. **1859.**

VIII. — — Nouvelles expér. sur la survice des queues d'embryons de grenouille après leur separation du corps. C. R. et Mém. Soc. Biol. Paris. (3.) I. C. R. 37. **1859—(1860).**

VIII. — — Über künstlich erzeugte Doppelbildungen bei Froschlarven; zitiert nach Bruch. Gazette med. 108. **1862.**

VIII. — — Sur la reproduction des membres chez l'axolotl dans le cas de polydactylie acquise. Bullet. Soc. philom. Paris. (6.) IV. 117. **1867.**

VIII. — — Auszug. Verkrigen polydactylic der Axolotls. Pieter H(arting). G. Albuum d. natur. **1867.**

VIII. — — Expériences faites sur des embryons de grenouille et rélat. à l'influence des lésions des centres nerveux. pendant le développement embryon. sur la production de certaines déformations. Abb. Arch. de Phys. tb. IV. 90. **1871.**

VIII. — — Arch. de Physiol. norm. et pathol. 714. **1874.**

VIII. — — De la régénération des globules rouges du sang chez les grenouilles à la suite d'hémorragies considérables. C. R. L XXXIV. 1279. **1877.**

VIII. **Wadsworth O. F.,** The regeneration of the epithelium of the Cornea. Boston. Med. and Surg. Journ. L XXXIII. 113. **1870.**

VIII. **Wadsworth O. F. und C. J. Eberth,** Die Regeneration des Hornhautepithels. Archiv für pathologische Anatomie. LI. (5.) I. 361. 2 tb. **1870.**

VII. **Wagner F. v.,** Sur l'organisation de l'Anchynie. Compt. rend. 615. **1884.**

VII. — — Dasselbe: Ann. Mag. N. Hist. (5.) XIV. 368 **1884.**

IV. — — Zur Kenntnis der ungeschlechtlichen Fortpflanzung von Microstoma nebst allgemeinen Bemerkungen über Teilung und Knospung

im Tierreich. Zoologisches Jahrbuch; morphologische Abteilung. IV. 349. Abb. 22—24. **1889.**

IV. **Wagner Fr. v.,** Einige Bemerkungen über das Verhältnis der Ontogenie und Regeneration. (Vorläufiger Bericht.) Biologisches Zentralblatt. XII. 287. **1893.**

IV. — — Zwei Worte zur Kenntnis der Regeneration des Vorderdarmes bei Lumbriculus. Zoologischer Anzeiger. XX. 69—70. fig. 00. Nr. 256. (15. März.) **1897.**

V. **Wagner N.,** russ., Über spontane Fortpflanzung der Larven bei den Insekten. Kasan. 5 Taf. **1862.**

V. — — Beitrag zur Lehre von der Fortpflanzung der Insektenlarven. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XIII. 513. tb. XXV. und XXVI. **1863.**

V. — — Über die viviparen Gallmückenlarven. Sendschrift an Siebold. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XV. 106. Abb. VII. **1865.**

V. **Wagner W.,** La régénération des organes perdus chez les Araignées. Bull. Soc. Natural. Moscou. (2.) I. 871—899. Abb. XI. **1887.**

V. — — La mue des Araignées. Ann. Sc. N. (7.) VI. 281—393. Abb. 15—18. **1888.**

V. **Wahlberg,** Om missbildningar hos Insekter. Öfvers. k. Vet. Akad. Törhandlg. Stockholm. 100. **1874.**

III. **Walch J. E. G.,** Reproduction der Seesterne. 4. Stück der Naturforscher. 57. Halle 57—66. **1774.**

VIII. **Waldeyer** und **Grimm,** Atlas der menschlichen und tierischen Haare. Lahr. 29. **1844.**

I. **Wallengren H.,** Zur Kenntnis des Neubildungs- und Resorptionsprozesses bei der Teilung der hypotrichen Infusorien. Zoologische Jahrbücher. 1—58. Taf. 1. 28 tfg. **1902.**

VIII. **Warpachowski N.,** Über einen Fall einer überzähligen Bauchflosse beim gemeinen Wels. (Sil. glan.) Anatomischer Anzeiger. III. Jahrgang. 379—381. 1. fig. **1888.**

V. **Watson J.,** On the Re-development of Lost Limbs in the Insecta. The Entomologist. XXIV. 108—109. **1891.**

IV. **Watson A. F.,** A case of Regeneration in Polychaete Worms. Proc. R. Soz. London. LXXVIII. 332—336. 1 fig. **1906.**

V. **Weismann A.,** Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig. II. Die nachembryonale Entwicklung der Musciden. **1864.**

V. — — Die Metamorphose der Corethra plumicornis. Leipzig. **1866.**

II. — — Bemerkungen zu Ischikawas Umekehr. vers. Zeitschrift für mikroskopische Anatomie. XXXVI. 635. fig. **1890.**

II. — — Das Keimplasma. Jena, Fischer. **1892.**

VIII. — — Tatsachen und Auslegungen in bezug auf Regeneration. Anatomischer Anzeiger. XV. **1899.**

VIII. — — Versuche über Regeneration bei Tritonen. Anatomischer Anzeiger. XXII. **1903.**

V. **Weiss O.,** Regeneration und Autotomie bei der Wasserspinne. (Argyroneta aquatica Cl.) A. f. Entwm. XXIII. 2 tfig. **1907.**

V. **Weldon**, Report of the comittee etc. for cond. Statist. Inqu. I. „An attempt to Measure the Death rate due to the Secletive Destruction of Carcinus Maenas etc. Proc. Roy. Soc. LVII. 318—319. (Feb. 28. 1895.) **1895.**

VIII. **Wendelstadt H.**, Über Knochenregeneration. Experimentelle Studie. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwm. LVII. 798—822. tb. XLIII. XLIV, XLV. **1901.**

VIII. — — Experimentelle Studie über Regenerationsvorgänge an Knochen und Knorpeln. Archiv für mikroskopische Anatomie. LXIII. 766—795. tb. XXXVIII—XLIII. **1904.**

V. **Werber J.**, Regeneration des exstirpierten Fühlers und Auges beim Mehlkäfer. (Tenebrio molitor.) A. f. Entwm. XIX. 259—260. 1 tb. **1904.**

VIII. — — Regeneration der Kiefer bei der Eidechse Lacerta agilis. A. f. Entwm. XIX. 248—258. 4 tfig. **1905.**

VIII. — — Regeneration der Kiefer bei Reptilien und Amphibien. A. f. Entwm. IXX. 1—14. tb. I—II. **1906.**

V. — — Regeneration der exstirpierten Flügel beim Mehlkäfer (Tenebrio molitor.) A. f. Entwm. XXV. 3 tfig. **1907.**

V. **Werner F.**, Selbstverstümmelung bei Heuschrecken. Z. Anzeiger. 15. Jahrgang. 58—60. **1892.**

VIII. — — Über die Schuppenbekleidung des regenerierten Schwanzes bei Eidechsen. Sitzungsbericht der Akademie. Wien. CV. 123. tb. (Vorläufige Mitteilung.) — Anz. A. K. Wien. XXXIII. Jahrgang. 34; Ann. Mag. N. H. (6.) XVII. 468.) **1896.**

VIII. — — Über Reptilien und Batrachier aus Kolumbien und Trinidad. Verhandlungen der k. k. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. L. 5. Heft. 262. **1900.**

VIII. **Werner J.**, Über Polydaktylie beim Schwein. Sitzungsbericht der Gesellschaft für Naturf. Fr. Berlin. 47. **1897.**

VIII. **Werth R.**, Untersuchung über die Regeneration der Schleimhaut nach Ausschabung der Uteruskörperhöhle. Archiv für Gynäkologie. XLIX. 369. 6 fig. 6 Abb. **1895.**

V. **Wesmael C.**, Tératologie entomologique. Bull. de l'Acad. d. Belg. XVI. 2. 378. **1849.**

V. — — Entomolog. Teratologie (Abb.) Frov. Tagsber. Zool. I. Nr. 108. 153. **1850.**

V. — — Sur quelques monstruosites entom. l'Institut. XVIII. No. 841. 53. **1850.**

V. **Westwood J. O.**, Entomol. Soc. Nov. **1840.**

V. — — Entom.-Soc. 277. 4. March. **1844.**

— — Ann. Mg. XVI. **1845.**

V. — — Catalogue of Orthopterus Insects in the British Museum. I. Phasmidae. **1859.**

V. — — Trans. Entom. Soc. London I. 220. **1879.**

II. **Wetzel G.**, Transplantationsversuche mit Hydra. Archiv für mikroskopische Anatomie. XLV. 273. tb. XVIII. **1895.**

II. — — Transplantationsversuche an Hydra. Archiv für mikroskopische Anatomie. LIII/1. 70—96. tb. VII. **1898.**

V. **Wheeler W. M.,** An Antenniform Extra appendage in Dilophus tibialis. A. f. Entwm. III. 261—268. pl. XVI. **1896.**

III. **Whitfield R. P.,** Notice on a Remarkable Case of Reproduction of Lost Parts Shown on a Fossil Crinoid. Bull. Amer. Mus. nat. Hist. XX. 471—472. 2 pl. **1904.**

VIII. **Wiedersheim R.,** Salamandrina perspicillata u. Geotriton fuscus. XVII. lith. tb. und 3 fig. Genua. **1875.**

VIII. — — Die ältesten Formen des Carpus und Tarsus der heutigen Amphibien. Morphologisches Jahrbuch II. 421—433. tb. XXIX. **1876.**

VIII. — — Über Neubildung von Kiemen bei Siren lacertina. Morphologisches Jahrbuch. III. 4. Heft. 630. **1877.**

VIII. — — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wierbeltiere. II. Auflage. Jena. **1886.**

III. **Willey A.,** Enteropneusta Fr. the South Pacific etc. W. Zool. Results. III. 223—234. pl. 26—33. **1899.**

IV. **Williamson H. C.,** On a Bifid Earthworm (Lumbricus terrestris) Ann. Mg. N. H. (6.) XIII. 217. Abb. 10. **1894.**

IV. **Williams M.,** Report on the British Annelids. Rep. of Brit. Assoc. for. 1851. 247. London. **1852.**

IV. **Wilson E. B.,** Appendix zu: Crampton. Exper. Stud. on Gasterop. devel. A. f. Entwm. III. 1. 19—26. **1896.**

V. — — Notes on the Reversal of Asymmetry in the Regeneration in *Alpheus*. Amer. Soc. Zool. Science N. S. XVII. 491—492 **1903.**

V. — — Notes on the Reversal of Asymmetry in the Regeneration of the Chelae in Alpheus *heterochelis*. Biol. Bull. IV. 197—201. 3 fig. **1903.**

II. — — Merogony and Regeneration in Renilla. (Amer. Zool. Science, U. S. XVII. 490—491.) Biol. Bull. IV. **1903.**

II. **Wilson H. V.,** On some phenomena of Coalescence and Regeneration in Sponges. J. Exp. Z. V. 245—258. Dec. **1907.**

IV. **Winkler G.,** Die Regeneration des Verdauungsapparates bei Rhynchelmis limosella. Sitzungsber. böhm. Ges. m. n. K. Nr. 12. 34 pp. 2 tb. (apart. F. Rivač. Prag. M. 1.) **1903.**
(Auszug von Bergh. Zoologisches Zentralblatt. IX. 508—509.)

VIII. **Wintrebert P.,** Sur la régénération chez les Amphibiens, des membres postérieurs et de la queue, en l'absence du systéme nerveux. C. R. CXXXVII. 761—763. **1903.**

VIII. — — Sur la valeur comparée des tissus de la queue au point de vue de la régénération chez les larves d'Anoures et sur l'absence possible de cette génération. C. R. CXXXIX. 432—434. **1904.**

V. **Wirén A.,** Über die Selbstverstümmelung bei Carcinus maenas. Festschrift Lilljeborg Upsala. 301—316. Abb. 16. **1896.**

VIII. **Wolff G.,** Bemerkungen zum Darwinismus. Biologisches Zentralblatt. XIV. 609. **1894.**

VIII. — — Entwicklungsphysiologische Studien. A. f. Entwm. I. 380—390. tb. XVI.—I Die Regeneration der Urodelenlinse. **1894/1895.**

VIII. — — Über Regeneration der exstirpierten Linse bei Triton. Sitzungsbericht der physikalisch-medizinischen Gesellschaft. Würzburg. 59. Discussion von O. Schultze. 60. **1896.**

VIII. **Wolff G.**, Entwicklungsphysiologische Studien. II. Weitere Mitteilungen zur Regeneration der Urodelenlinse. A. f. Entwm. XII. 307—351. tb. VII und VIII und 1 tfig. **1901.**

VIII. — — Die physiologischen Grundlagen der Lehre von den Degenerationszeichen. Virchows Archiv. CXLIV. 308—331. **1902.**

VIII. — — III. Zur Analyse der Entwicklungspotenzen des Irisepithels bei Triton. Archiv für mikroskopische Anatomie. LXIII. 1—9. tb. I. **1903.**

VIII. **Wolf J.**, Regeneration eines Schnabels. Voigts Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. Weimar. V. 281—284. **1803.**

I. **Worcester G. W.**, Life History of stentor coeruleus. Proc. Centr. Ohio Sc. Assoc. vol. I. 97—106. 4. pl. **1884.**

II. **Wright**, Edinb. New. Philos. Journ. April. **1857.**

I. **Wrześniowski A.**, Über Infusorien aus der Umgebung von Warschau. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XX. 467—511 (und 1867 Jahrbuch der wissenschaftlichen Gesellschaft Krakau). XXXV. **1870.**

VIII. **Wyman J.**, Monstrosities of Serpents. Abb. Proc. Boston. Soc. Nat. Hist. Vol. IX. 193. **1862.**

IV. — — On some experiments on Planariae showing their perver of repairing injuries. Proc. Boston. Soc. Nat. Hist. IX. 157. **1865.**

VIII. **Wywodzoff**, Medizinisches Jahrbuch und Zeitschrift der Gesellschaft der Ärzte in Wien. **1867.**

VIII. — — Etude expérimentale des differrents phénomènes qui se passent dans la cicatrisation des plaies par première intention. Journ. de l'Anatomie de Robin. **1868.**

VIII. **Yamagiwa K.**, Zellenstudie an sich regenerierendem Sehnengewebe. Archiv für pathologische Anatomie. CXXXV. 308. tb. VI. **1894.**

V. **Yarrell**, Journ. of Proceed. Ent. Soc. Lond. 1. Jan. **1844.**

V. — — Ann. Mg. Nat. hist. XVI. 274. **1845.**

VIII. **Yarrow H. C.**, A two headed sknake (Ophibolus = Coronella getulus). Americ. Natur. XII. 470. **1878.**

V. **Yerkes R. M.**, A Study of Variation in the Fiddler Crab, Gelasimus pugilator; Contrib. fr. th. Zoological Labor. f. th. Mus. of compar. Zool. Harv. Coll. Mark Director; No. 119. Proc. Amecir. Acad. Arts et Sciences. XXXVI. No. 24. April **1901.**

VIII. **Zaborowski Th.**, Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der quergestreiften Muskeln. Arch. Exper. Path. Pharmak. XXV. 415. **1889.**

IV. **Zacharias**, Über Fortpflanzung durch spontane Querteilung bei Süßwasserplanarien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLIII. 271—276. fig. 8—11. (tb. IX.) **1886.**

IV. **Zeleny Ch.**, A case of *Compensatory* Regulation in the Regeneration of Hydroides dianthus. A. f. Entwm. XIII. 597—609. 3 fig. **1902.**

III. — — A Study of the Rate of Regeneration of the Arms in the Brittle star, Ophioglypha lacertosa. Biol. Bull. VI. 12—17. 1 fig. **1903.**

IV. — — „*Compensatory* Regulation." J. exp. Zool. II. 1—102. 29 fig. [III. The opercula of Serpulids 18—80.] **1905.**

V. **Zeleny Ch.**, The Relation of the *Degree* of Injury to the Rate of Regeneration. (Central Branch Amer. Soc. Natural.) Science N. S. XXI. 851. **1905.**

V. — — The *Relation* of the Degree etc. Journ. Exper. Zool. II. 347—369. 6 fig. **1905.**

V. — — The Regeneration of a *Double* Chela in the Fiddler Crab (Gelasimus pugilator) in Place of a Normal Single one. Biol. IX. 152—155. 1 fig. **1905.**

V. — — *Compensatory* Regulation. J. Exp. Z. II. 1—102. (Gelasimus und Alphens 81—95.) **1905.**

V. — — The *Direction* of Differentiation in a Regenerating Appendage. (Amer. Soc. Zool.) Science N. S. XXIII. 526. **1906.**

V. — — The Regeneration of an Antenna-like Organ in place of the Vestigial Eye of the Blind Crayfish. (Amer. Soc. Zool.) Science N. S. XXIII. 527. **1906.**

V. — — The Direction of Differentiation in development. 1. The antennulae of *Mancasellus* macrourus. A. f. Entwm. XXIII. 324—343. **1907.**

II. — — The effect of degree of Injury, successive injury and functional activity upon Regeneration in the Scyphomed. *Cassiopea* xamachana. J. exp. Z. V. No. 2. December. **1907.**

IV. **Zeppelin** (Graf) **M.**, Über den Bau und Teilungsvorgang bei Ctenodrilus monost. und sp. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 615. tb. XXXVI und XXXVII. 635. **1883.**

VIII. **Zhuber A.**, Neue Versuche an Tieren und der Resultate über die Wiedererzeugung der Arterien. Mit beigefügten Anmerkungen dar. III. lith. tb. Wien. Heubner. **1827.**

VI. **Ziegeler M.**, Regenerieren Schnecken verloren gegangene Fühler? Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde. XVII. Heft 10. 8. III. **1906.**

V. **Ziegler H.**, Die biologische Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Tierreiche. Biologisches Zentralblatt. XI. 372. **1891.**

V. **Ziegler H.** und **vom Rath O.**, Die amitotische Kernteilung bei den Arthropoden. Biologisches Zentralblatt. XI. 744. fig. **1891.**

VIII. **Zimmermann R.**, Der Siebenschläfer (Myoxus glis) im Königreiche Sachsen. Zoologischer Garten. XLVII. 311 (313. **1906.**

IV. **Zschokke F.**, Faunistische Studien an Gebirgseen. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. Basel. IX. **1890.**

V. **Zuelzer M.**, Über den Einfluß der Regeneration auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Asellus aquaticus. A. f. Entwm. XXV. 361—397. tb. XV—XVII. **1907.**

Register.

(Die Namen der Autoren wurden nicht aufgenommen, da das Literaturverzeichnis III eine raschere Orientierung bezüglich einer gesuchten Literaturangabe ermöglicht; desgleichen wurden die im Inhaltsverzeichnisse namhaft gemachten Erscheinungen, Tiertypen usw. hier nicht berücksichtigt. Die vor den arabischen Seitenzahlen stehenden römischen Ziffern bedeuten Kapitel des vorliegenden Bandes und da Kapitel I—VIII die im Inhaltsverzeichnisse angeführten Tierstämme behandeln, so dürfte dadurch eine Erleichterung im Nachschlagen bestimmter Gruppen gegeben sein.)

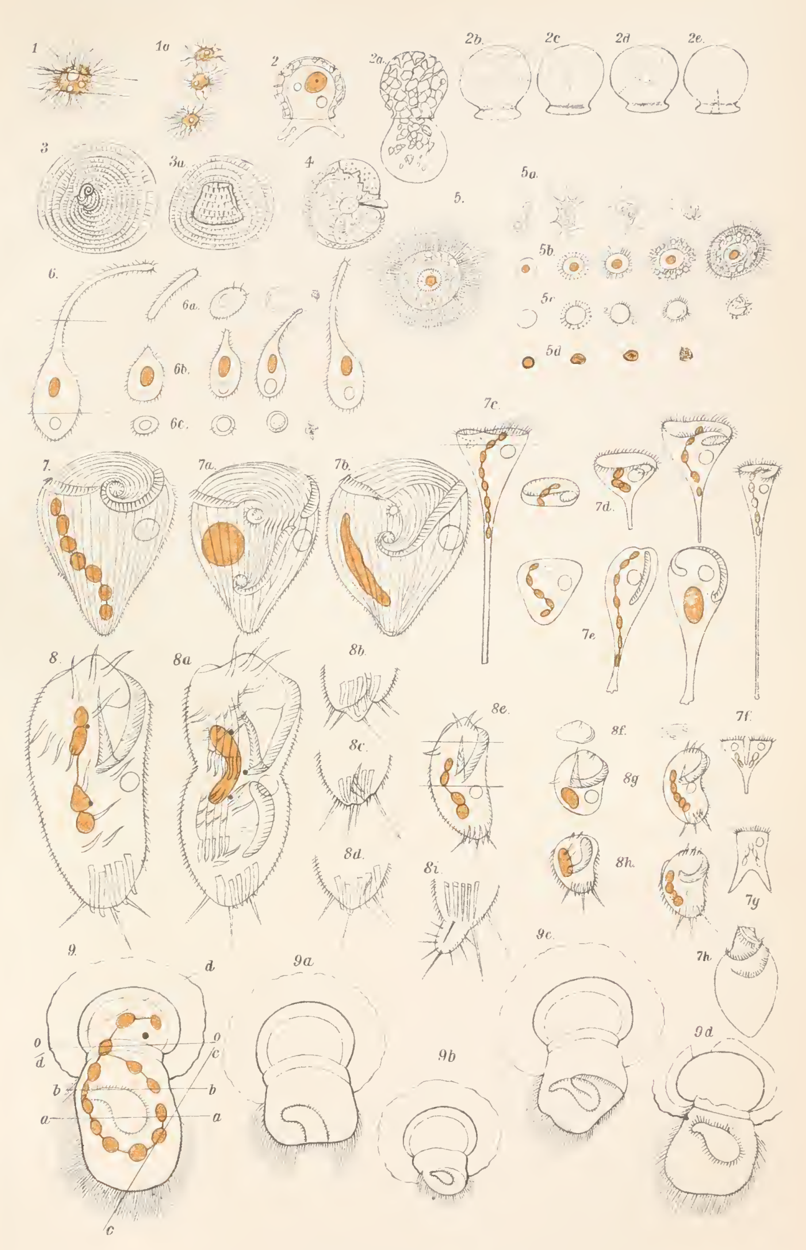
TAFEL I.

Urtiere (Protozoa).

(Gelb = Kerne, tiefschwarz = Nukleolus, gerade Linien und punktierte Linien geben Schnittrichtung an.)

1. Protomyxa aurantiacum, *a* aus Stücken regenerierend (nach Haeckel).
2. Difflugia urceolata im Längsschnitt, *a* ein neues Gehäuse bei der Teilung sezernierend, *b*—*e* Verletzungen, welche nicht ausgebessert werden (nach Verworn).
3. Orbitolites tenuissima, *a* aus einem Bruchstücke — schwarz konturiert — regenerierend (nach Carpenter).
4. Polystomella crispa, von der zackigen Bruchfläche aus regenerierend (nach Verworn).
5. Thalassicola nucleata und Schicksal einzelner isolierter Bestandteile: *a* Vakuoliges Plasma, *b* Zentralkapsel mit Kern, *c* dieselbe ohne Kern, *d* Kern (nach Verworn).
6. Dileptus anser, Schema für das Schicksal der kernlosen Stücke 6 *a* und 6 *c* und des kernhaltigen Mittelstückes 6 *b* (nach Balbiani).
7. Stentor coeruleus, in kontrahiertem Zustande, *a*—*b* physiologische Regeneration des Peristomes (nach Balbiani), *c* in ausgestrecktem Zustande und Schicksal des vorderen (*d*) und hinteren (*e*) Teilstückes nach Querteilung (nach Morgan, Prowazek und Stevens), *f* Monstrum mit zwei Peristomen, *g* zwei Schwanzenden (nach Gruber), *h* heteromorpher Stentor (nach Prowazek).
8. Stylonychia mytilus, *a* normale Querteilung, *b*—*d* physiologische Regeneration des Hinterendes des hinteren Teilstückes (nach Wallengren), *e* Schema für das Schicksal der kernlosen (*f*) und der kernhaltigen (*g*—*h*) künstlichen Teilstücke; *i* degenerative Hyperregeneration des Hinterendes (nach Prowazek).
9. Licnophora auerbachii, Dorsalansicht, mit den Schnittrichtungen *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, *oo*, welche, die letzte ausgenommen, zur Regeneration seitens des größeren Teilstückes führen: *a*—*d* (nach Stevens).





H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



TAFEL II.

Hohltiere (Coelenterata).

(Gelb = Entoderm, die feinen oder punktierten geraden Linien geben Schnittrichtungen an; die schraffierten Stücke herausgeschnittene Teile.)

1. Hydra viridis, 1 *a* Regeneration aus der vorderen, *a* aus der hinteren Querhälfte (nach Rösel), *b* aus einer des Tentakelkranzes beraubten Längshälfte, *c* aus einem kleinen Querstücke, *d* aus zwei durch ein kleines Hypostomstück verbundenen Tentakeln; *e* mangelnde Regeneration eines isolierten Tentakels (nach Peebles); *f* Regeneration von zwei Köpfen, *g* seitlicher Tentakel (nach Peebles), *h* mit den Kopfpolen aneinander gepfropfte Hinterhälften und *i* Regeneration eines Kopfes aus der kleineren — punktierten — Komponente, nach Abschnitt der Schwanzenden (nach King).
2. Tubularia, *a* Regeneration aus einem vorderen Querschnitte, *α*—*δ* die vier Regenerationsmodi nach abermaliger Entfernung der distalen Tentakelanlage, und zwar: *α* Regenerations-, *β* Ersatzanlage-, *γ* Aufteilungs-, *δ* Auflösungsmodus (nach Driesch); 2 *b* Querschnitte durch regenerierende längsgespaltene Stämmchen (nach Godlewski und Boring), 2 *c* Abkugelung eines kleinen Cönosarkstückchens und 2 *d* dessen Umbildung zur verkleinerten Ganzbildung, 2 *e* Minimalstück, 2 *f* Regeneration von zwei Köpfen nach Längsspaltung des Vorderendes (nach Morgan), 2 *g* Bruchdreifachbildung (nach Hadži), 2 *h* heteromorpher Doppelrüssel (nach Morgan).
3. Pennaria cavolinii, *α*—*δ* Polypenbildung nach Entfernung des Wurzelpoles (nach Gast und Godlewski).
4. Renilla, *a* Regeneration von seiten des vorderen, *a* von seiten des hinteren schiefen Querstückes, *h* Doppelkopf (nach Wilson).
5. Gonionema vertens; Regeneration von seiten *a* des oberen, *a* des unteren queren Teilstückes, *b* nach Längsteilung, *f* und *g* nach Ausschnitt des Manubriums (nach G. T. Hargitt).
6. Rhizostoma pulmo, *a* Teil des Schirmrandes mit ausgeschnittenen Sinnesorganen, Rhopalien, 6 *a* zwei Stadien regenerierender Rhopalien im Längsschnitt, 6 *f* Doppelbildung, 6 *g* überzählige Bildung nach Rhopalienausschnitt (nach Ch. W. Hargitt).
7. Cerianthus, Regeneration von seiten *a* des vorderen, *a* des hinteren queren Teilstückes, *b* nach Längsteilung (nach Child); *g* nach seitlichem Anschnitt (nach Loeb), *h* und *i* aus kleinem vorderen Stücke mit heteromorphen Tentakeln (nach Child).
8. Actinia equina, *a* Schicksal des vorderen Querstückes, *a* Regeneration von seiten des hinteren Querstückes, *b* nach Längsschnitt, *c* aus kleinem Stück der Fußscheibe, *g* nach Anschnitt des Ösophagus, *h* doppelköpfige Heteromorphose aus halbem Ösophagusstückchen (nach Moszkowski).
9. Sagartia viduata, nach Längsspaltung des Vorderendes (nach Carlgren).





H. Przibram
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.





H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



TAFEL III.

Ambulacralia: Stachelhäuter (Echinodermata) und Eichelwurm (Balanoglossus).

(Gelb = Entoderm, die feinen geraden Linien zeigen Schnittrichtungen, die schraffierten Stellen ausgeschnittene Stücke an.)

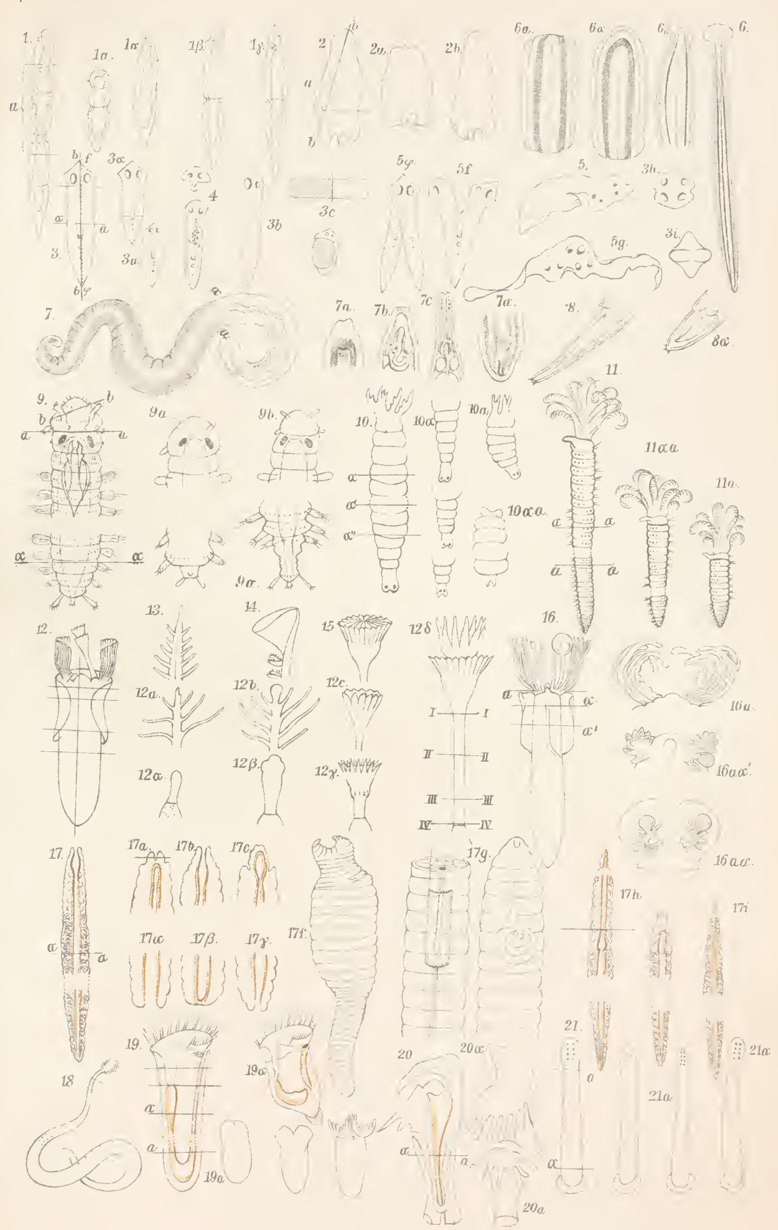
1. Asterias vulgaris, Regeneration *a* quer amputierter, *a* schiefamputierter Arme, *b* aus einem biradialen Längsstücke, *c* aus einem Arme mit Scheibenstückchen, *f* und *g* Doppelbildungen (nach King).
2. Linckia diplax, Regeneration aus einem Arme (nach Kellogg).
3. Ophioglypha lacertosa mit Armregenerat (nach Zeleny).
4. Amphiura squamata, *α*—*γ* drei Stadien einer regenerierenden Armspitze, *δ* regenerierendes Ambulakralfüßchen im Frontallängsdurchschnitt, *a*—*e* fünf Stadien eines regenerierenden Armes im Querschnitte (nach Dawydoff).
5. Antedon rosaceus, Gesamtansicht und daneben links unten die Scheibe von oben gesehen, *a* Regeneration der Scheibe und Afterpapille (nach Przibram), *α* regenerierender Basalcirrus (nach Minckert), *β* Regeneration eines entfernten Radius, Tierfünftel, *γ* der entfernte Radius mit Regenerationsknospen, *b* Regeneration eines längshalbierten Tieres, *f* Doppelbildung, *g* Bruchdreifachbildung an regenerierender Armspitze, *h* Armpaar, an seinem Basalende heteromorphe Arme bildend (nach Przibram).
6. Dorocidaris papillata, die meisten Stacheln entfernt (nach Leunis), *a* Schema des Stachelwachstums, *α* viel stärker vergrößerter regenerierender Stachel; die meisten kleinen ihn umgebenden Stacheln entfernt (nach Prouho).
7. Echinus trigonarius, regenerierender Stachel im Längsschnitte (nach Carpenter).
8. Acrocladia, regenerierender Stachel im Längsschnitte (nach Carpenter).
9. Cucumaria planci, Regeneration *a* aus dem vorderen, *α* aus dem hinteren queren Teilstücke (Schema; nach Chadwick), 9 *g* in der Natur gefundenes Exemplar mit seitlichem überzähligen Kopfe (nach Ludwig).
10. Ptychodera minuta, *a* fünf Stadien des in Regeneration begriffenen Vorderendes (nach Spengel).

TAFEL IV.

Würmer (Vermes).

(Gelb = Entoderm, die feinen geraden Linien geben Schnittrichtungen, schraffierte Stellen herausgeschnittene Stückchen an.)

1. Stenostomum grande, Kette von 5 Zoïden, *a* herausgeschnittenes Stück, *α—γ* weiteres Schicksal desselben (nach Child).
2. Polychoerus caudatus, *a* aus dem Mittelstücke, *b* nach der Seite regenerierend (nach Stevens und Boring).
3. Planaria maculata, *a* Regeneration seitens eines vorderen, *α* eines hinteren queren Teilstückes, *b* einer Längshälfte, *c* Umformung eines ganz kleinen Stückchens (Morphallaxis), *f* vordere, *d* hintere Doppelbildung, *h* heteromorpher Doppelkopf, *i* heteromorpher Doppelschwanz (nach Morgan).
4. Planaria lugubris, Entstehung eines geschlechtsreifen Wurmes aus einem der Geschlechtsorgane entbehrenden Kopfstücke (nach Morgan).
5. und 5 *g*. Planaria torva, Heteromorphosen nach Verletzungen (nach Van Duyne).
6. Bipalium kewense, verkleinerte Ganzform, entstanden aus dem Querstücke 6 *a* durch die Stadien 6 *α*, *β* (nach Morgan).
7. Borlasia octoculata Nemertine mit fast völlig regeneriertem Kopfende, 7 *a—c* Stadien der Kopfregeneration, 7 *α* Schwanzregeneration mit neuer Afteröffnung (nach Mc. Intosh).
8. Enoplus communis (Nematode), normales Hinterende; 8 *a* in Regeneration gefundenes Hinterende (nach Breßlau).
9. Ophryotrocha puerilis, die mittlere Partie des Tieres der Raumersparnis halber nicht gezeichnet, von oben, *a* Regeneration von Tentakeln aus dem zweiten, *b* aus dem ersten Segmente (nach Czwiklitzer); *α* zwei Regenerationsstadien des Schwanzendes (nach Braem).
10. Amphiglene, wie 9 abgekürzte Darstellung; *α—α''* nach hinten gerichtete Regenerate von verschiedenen Schnittlagen aus zur selben Zeit; *a* nach vorne regenerierendes hinteres Regenerat, *a α* nach vorne und hinten regenerierendes Mittelstück (nach Driesch).
11. Potamilla, wie die vorigen abgekürzt dargestellt, aber von der linken Seite; 11 *a α* nach vorne und hinten regenerierendes Mittelstück; 11 *α* nach vorne regenerierendes Schwanzstück (nach Watson).
12. Hydroïdes dianthus, Dorsalansicht eines „Rechtshänders", *α—δ* Weiterentwicklung des linken rudimentären Operculums zum funktionierenden nach Abschnitt des letzteren oder Regeneration eines funktionierenden Operculums beliebiger Seite nach Abschnitt beider Opercula; *a—c* Protula-,



H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



Filograna- und Serpulastadium in der ontogenetischen Entwicklung des Operculums vom 23., 34. und 45. Tage (nach Zeleny).

13. Protula,
14. Filograna,
15. Serpula, dauernde Ausbildung der dem Operculum von Hydroïdes entsprechenden Kieme (nach Zeleny).
16. Apomatus ampullifera, Dorsalansicht eines „Rechtshänders“;

    16 *a* Regeneration des autotomierten Tentakelkranzes, 16 *a* α desselben nach gleichzeitiger Entfernung des Hinterkörpers hinter dem ersten, 16 *a* α' hinter dem dritten Thorakalsegmente (nach Zeleny).
17. Allolobophora, wie 9 dargestellt, aber im Längsschnitt (Schema nach Iwanov), α—γ Regenerationsmodi am Hinterende (nach Abel);

    17 *a*—*c* Regeneration am Vorderende nach zweimaliger Operation (nach Kroeber);

    17 *f* Mittelstück beiderseits, nach vorne doppelt regenerierend (nach Korschelt);

    17 *g* Regeneration eines seitlichen Kopfes von einem freigelegten Nervenende (nach Morgan);

    17 *h* Heteromorpher Kopf am Kaudalende eines kleinen invers transplantierten Schwanzstückes regenerierend (nach Hazen);

    17 *i* Heteromorpher Schwanz (nach Morgan).
18. Phascolosoma vulgare (nach Bülow den Kopf unverändert regenerierend).
19. Phoronis Mülleri, Längsschnitt, α Regeneration nach hinten, *a* nach vorne (nach Schultz).
20. Actinotrocha branchiata, die Larve der Phoronis; α und *a* analog 19 α und *a* (nach Schultz).
21. Clepsine tessulata, von oben;

    21 *a* Kopfregenerate, 21 α Schwanzregenerat (nach Gluschkiewitsch).

TAFEL V.

Kruster I. (Crustacea, exklusive Dekapoda).

(Feine gerade Linien geben die Schnittrichtungen an.)

1. Branchipus stagnalis, Larve von oben, 1 *a* Kopf von unten mit der regenerierenden rechten Antenne, stärker vergr. (nach Przibram).
2. Apus cancriformis, von oben (nach Leunis): a_1—a_3 Hinterende mit regenerierenden Schwanzfäden, drei abgeworfene Häute desselben Tieres (nach Rabes).
3. Daphnia pulex, von der rechten Seite, 3 a_1 Regenerate beider Äste einer Ruderantenne mit ,,Präliminargebilde" klauenartiger Form, 3 a_2 letzteres mit der Haut abgeworfen, stärker vergrößert, 3 a_3 Auftreten einer normalen Borstenknospe an seiner Stelle, 3 *a* Regeneration von Endborsten an den beiden Basalgliedern der Äste einer Ruderantenne, 3 *g* Regeneration einer überschüssigen Endborste an einem Endgliede eines Ruderastes (nach Przibram).
4. Daphnia magna, Ruderantenne des Embryos, zum Vergleiche der zeitlichen Ausbildung der Endborsten bei Phylogenese und Regeneration (nach Przibram).
5. Simocephalus exspinosus, Reparation einer halbabgeschnittenen Ruderborste ohne Häutung (nach Przibram).
6. Cyclops, eiersacktragendes Weibchen, von oben (nach Leunis), 6 *a* Nauplius (nach Bronn), 6 β erstes Cyclopsstadium, 6 *a* Ansatz zu einer Regeneration der ersten Antenne bei einem nicht mehr häutenden Exemplare (nach Przibram), 6 β_1 erste Antenne des in 6 β dargestellten Stadiums, stärker vergrößert, 6 β_2 Regeneration derselben, 6 β a_1—a_3 Regenerationsverlauf an einem Furkalaste (nach Klintz).
7. Nebalia Geoffroyi, von der rechten Seite (nach Claus), 7 *a* Kopf mit regenerierendem rechten Auge, das unverletzte linke hinten vorragend, 7 β Regeneration der ersten, 7 γ der zweiten Antenne, 7 *a* eines Furkalastes (nach Przibram).
8. Gammarus, Regenerat eines Gnathopoditen der Vorderbeines (nach Przibram).
9. Asellus aquaticus, von der rechten Seite, 9 *a* mit regenerierendem zweiten Fühler, hinterem Beine und Furka, 9 *b* mit regenerativer Hypertrophie derselben Teile, die übrigen Körperanhänge, in 9 *a* und 9 *b* fortgelassen (nach Zuelzer), 9 a_1 Spitze einer im zweiten Gliede regenerierenden zweiten



H Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



Antenne nach Häutung in drei Tagen, 9 a_2 nach zweiter Häutung in weiteren sieben Tagen, 9 α Spitze einer normalen zweiten Antenne einer zweitägigen Assel zum Vergleiche (nach Przibram), 9 β kompensatorische Fühlerregeneration nach ungleichem Abschnitte auf verschiedenen Seiten (nach Zuelzer).

10 a. Mancasellus macrurus, regenerierende erste Antenne, Stadium zentrifugalen Wachstums, 10 a_1 Stadium zentripetalen Wachstums, 10 a_2 weiter vorgeschrittene Regeneration, darunter 10 und 10 α zwei ontogenetische Entwicklungsstadien zum Vergleiche.

11. Porcellio scaber, von oben (nach Leunis), Kreuzchen bezeichnen Autotomiestellen, 11 d Regenerat der total entfernten zweiten Antenne, 11 β Regenerat von der vor dem im basalen Drittel abgeschnittenen vierten Gliede gelegenen zweiten Autotomiestelle an, unter Erblassen des distalen Teiles des vierten Gliedes; 11 δ von der Hälfte des letzten Gliedes an und 11 γ die normalen zwei letzten Glieder zum Vergleiche (nach Klintz); 11 ε Längsschnitte durch das Regenerat von der zweiten Autotomiestelle an, 11 γ_1 vor und 11 γ_2 nach der ersten auf die Autotomie folgenden Häutung (nach Ost).

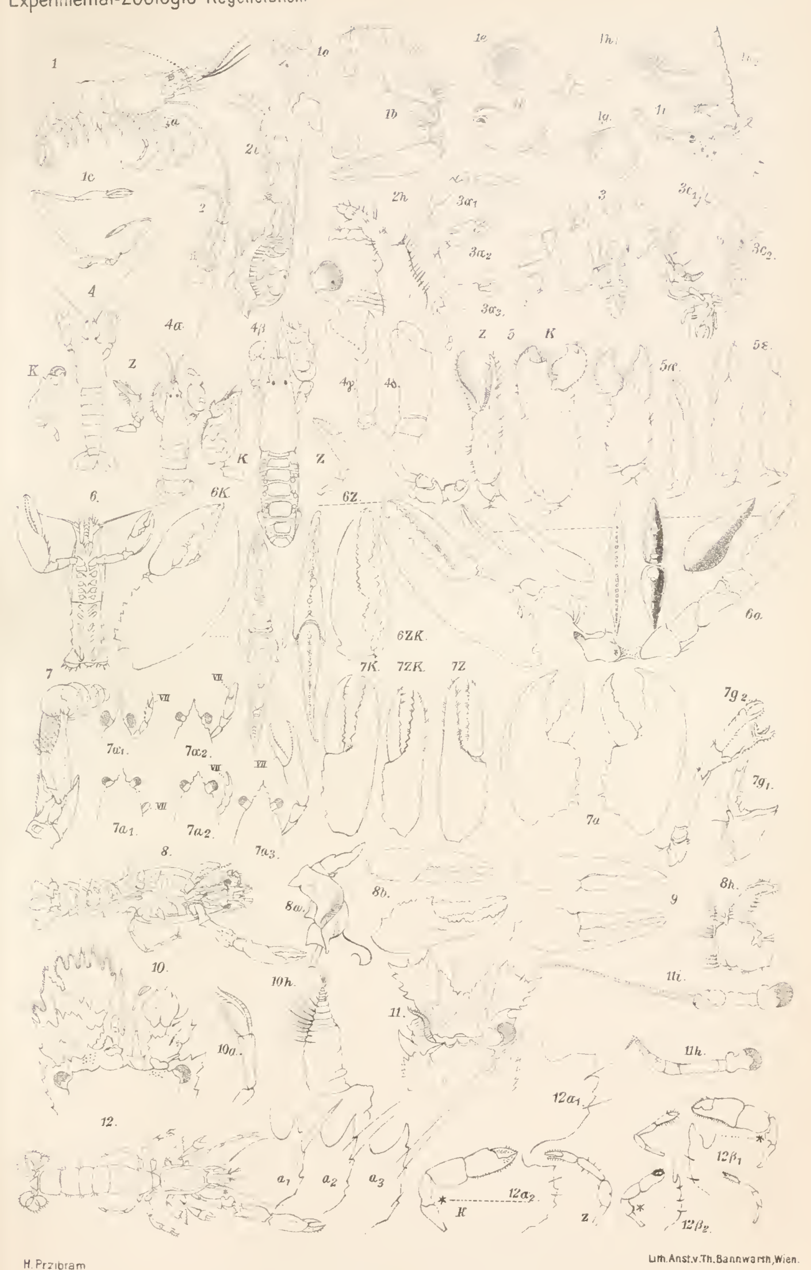
12. Mysis lamornae (Schema), 12 a_1 regenerierendes Telson, 12 a_2 dasselbe fast vollendet, 12 f Doppelbildung des Otolithen an einem Regenerate des linken Schwanzfächers (nach Przibram).

TAFEL VI.

Kruster II. (Crustacea Dekapoda: Macrura).

(Feine gerade Linien deuten Schnittrichtungen an.)

1. Palaemon serratus, von rechts gesehen, 1 *a* Regenerat des Chelipedes im Hautfutterale, 1 *b* daraus befreit, 1 *c* Chelipedpaar von unten, links total regeneriert, 1 *e* linkes Auge von oben, 1 *f* Doppelregenerat nach Entfernung der Augenkuppe (nach Przibram), 1 *g* Augenregenerat nach Abtragung des Auges exklusive Stiel, 1 h_1 und 1 h_2 Stadien der Heteromorphose nach Abtragung des Auges inklusive Stiel, 1 *i* Heteromorphose nach Abtragung der Augenkuppe und Entfernung des Ganglions (nach Herbst).
2. Sicyonia sculpta, normale linke erste Antenne von oben (nach Bronn), 2 *h* Heteromorphose an Stelle eines Auges (nach Herbst), 2 *c* Regenerat der linken ersten Antenne samt Otolithen und beginnende Heteromorphose an Stelle des durch den gleichen Schnitt entfernten Auges (nach Przibram).
3. Typton spongicola, von unten, mit Autotomie der linken Z-Schere, 3 c_1 Häutung mit Autotomie der rechten K-Schere, 3 c_2 verkleinerter Krebs 3 mit Scherenumkehr, 3 a_1—a_3 Scherenumkehr nach Entfernung der linken K-Schere, von unten gesehen (nach Przibram).
4. Alpheus dentipes, mit beiderseitiger Scherenregeneration, daneben die autotomierten Scheren K = Knoten- oder Knackschere, Z = Zähnchen- oder Zwickschere, 4 α Scherenumkehr eines ursprünglich linkshändigen kleinen Exemplares, 4 β beginnende Umkehr eines größeren Exemplares, beide nach der ersten auf die Autotomie der linken K-Schere folgenden Häutung, 4 γ direkte Regeneration der Z-Schere nach Totalexstirpation der K-Schere, von unten, 4 δ direkte Regeneration der K-Schere nach Totalexstirpation der Z-Schere (nach Przibram).
5. Alpheus heterochelis, ♂, K- und Z-Schere von oben, 5 *a* Scherenumkehr, 5 ε beiderseitige K-Schere nach Autotomie der rechten Schere und Nervendurchschneidung bei der linken Schere (nach Wilson).
6. Homarus europaeus, von unten, mit direkt regenerierter linker K-Schere, 6 K normale rechte K-, 6 Z normale linke Z-Schere von unten und Ansicht auf die geöffneten Scherenschneiden, 6 ZK Übergangsform regenerierender K-Schere, 6 *a* direkte Regeneration beider Scheren von unten, von innen und Ansicht auf die geöffneten Scherenschneiden (nach Przibram).
7. Homarus americanus, Regenerat der zweiten Antenne (nach Herrick), 7 a_1 Kopfbrust des ersten Larvenstadiums, 7 a_2 des dritten Larvenstadiums,



H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



$7\,a_1$—$7a_3$ Regenerationsstadien am 5. Stadium, überall bloß die rechte Schere gezeichnet; 7 K normale K-, 7 Z normale Z-Schere des 6. oder 7. Stadiums; 7 ZK regenerierende K-Schere auf dem 7. Stadium, 7 *a* durch Regeneration entstandene beiderseitige K-Scheren, $7\,g_1$—$7\,g_2$ zwei Stadien einer durch Regeneration erhaltenen Bruchdreifachbildung an einem Schreitbeine (nach Emmel).

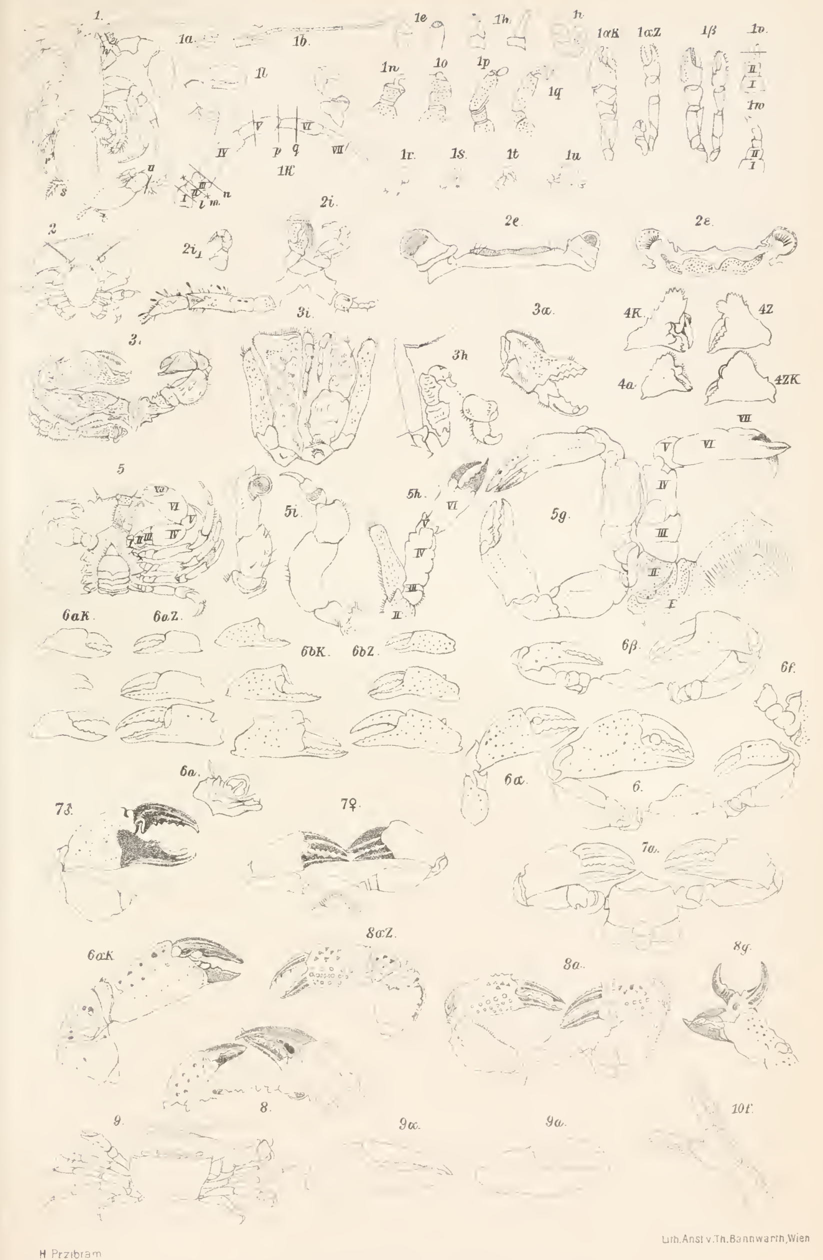
8. Astacus fluviatilis, von unten, mit Regeneraten des linken 2. und 3. Maxillipedes, des rechten Scheren- und letzten Beines; von den übrigen Extremitäten sind bloß die korrespondierenden der Gegenseite eingezeichnet. 8 *a* Regeneration des total exstirpierten dritten Maxillipedes, stärker vergrößert (nach Biberhofer), 8 f Scherenpaar von oben, die linke Schere regeneriert (nach Schultz), 8 *h* Heteromorphose an Stelle des linken Auges (nach Herbst).
9. Astacus leptodactylus, Scherenpaar von oben, die linke Schere regeneriert (nach Schultz).
10. Scyllarus arctus, Kopf von oben, mit Regeneration der gänzlich entfernten 1. und 2. Antenne rechts, 10 *a* Regenerat der ersten linken Antenne, stärker vergrößert (nach Przibram), 10 *h* Heteromorphose an Stelle des linken Auges (nach Herbst).
11. Palinurus vulgaris, Kopf mit künstlicher Heteromorphose an Stelle des linken Auges; die Antennen weggelassen, 11 *b* künstliche Heteromorphose (nach Herbst), welche die Verhältnisse der natürlichen Heteromorphose 11 *i* (nach Howes) genauer nachahmt.
12. Callianassa subterranea, rechtshändiges Exemplar, das Sternchen bezeichnet die Stelle des Meropoditenkammes, dessen gleichbleibende Gestalt bei aufeinanderfolgenden Häutungen $11\,a_1$—a_3 stark vergrößert dargestellt; $12\,a_1$—a_2 Meropoditenkämme bei direkt regenerierten Scheren K und Z, $12\,\beta_1$—β_2 Meropoditenkämme bei Scherenumkehr.

TAFEL VII.

Kruster III. (Crustacea Dekapoda: Anomura et Brachyura).

(Feine gerade Linien zeigen Schnittrichtungen an.)

1. Eupagurus, Rückenansicht (Schema), 1 *a*, *b* Regenerate der Antennen, 1 *e* der Augen, 1 *h* Heteromorphosen an Stelle der entfernten Augenstiele, 1 *i* Regenerat des dritten Maxillipedes, 1 *k* Gliederbezeichnung und Schnittführungen am Schreitbeine, 1 *l*—*q* Regenerate von den analog bezeichneten Schnittstellen an, 1 *r*—*t* Regenerate des 1.—3. Abdominalbeines des ♂, 1 *n* der Telsonanhänge (nach Morgan); 1 *v* Operation eines nach Autotomie in Regeneration befindlichen Chelipedes, 1 *w* Resultat: Umkehr der Differenzierungsrichtung (nach Haseman), 1 *a K* autotomierte rechte K-Schere, von unten 1 *a* Z Häutung mit der linken Z-Schere und dem Regenerationsknospenfutterale der rechten Schere, 1 *β* direkte Regeneration der rechten K-Schere (nach Przibram).
2. Porcellana platycheles, Rückenansicht (nach Leunis), 2 *i* einige Brustsegmente von unten mit regenerierendem dritten Maxillipede und dritten Thorakalbeine links, rechts die normalen Gliedmaßen zum Vergleiche, 2 i_1 weiteres Stadium des regenerierenden Maxillipedes (nach Przibram); 2 *e* Regeneration des rechten Auges, 2 *ε* Sagittalschnitt durch 2 *e* (nach Herbst).
3. Dromia vulgaris, einige Brustsegmente von unten, mit regenerierendem linken Scherenbeine, 3 *i* dritte Maxillipede von unten, der linke in Regeneration, 3 *h* scherenartige Heteromorphose an Stelle des 3. Maxillipedes, daneben die beiden letzten Glieder (VI und VII) vergrößert, 3 *a* analoge Glieder einer normalen Schere (nach Przibram).
4. Calappa tuberculata, rechte K- und linke Z-Schere, 4 *a* natürliches Regenerat der rechten Schere, 4 ZK in Umwandlung begriffene Schere der Gegenseite desselben Exemplares (nach Przibram), alle Figuren von unten.
5. Cancer pagurus, die Gliedmaßen der rechten Seite mit Ausnahme der in Regeneration befindlichen Schere autotomiert (nach Przibram), 5 *i* schreitbeinähnliche natürliche Regenerate des rechten und linken dritten Maxillipedes (nach Richard), 5 *h* scherenbeinartige natürliche Heteromorphose des dritten rechten Maxillipedes (nach Bateson), 5 *g* Dreifachbildung des rechten Scherenbeines (nach Borradaile), alle Figuren von unten.



H Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



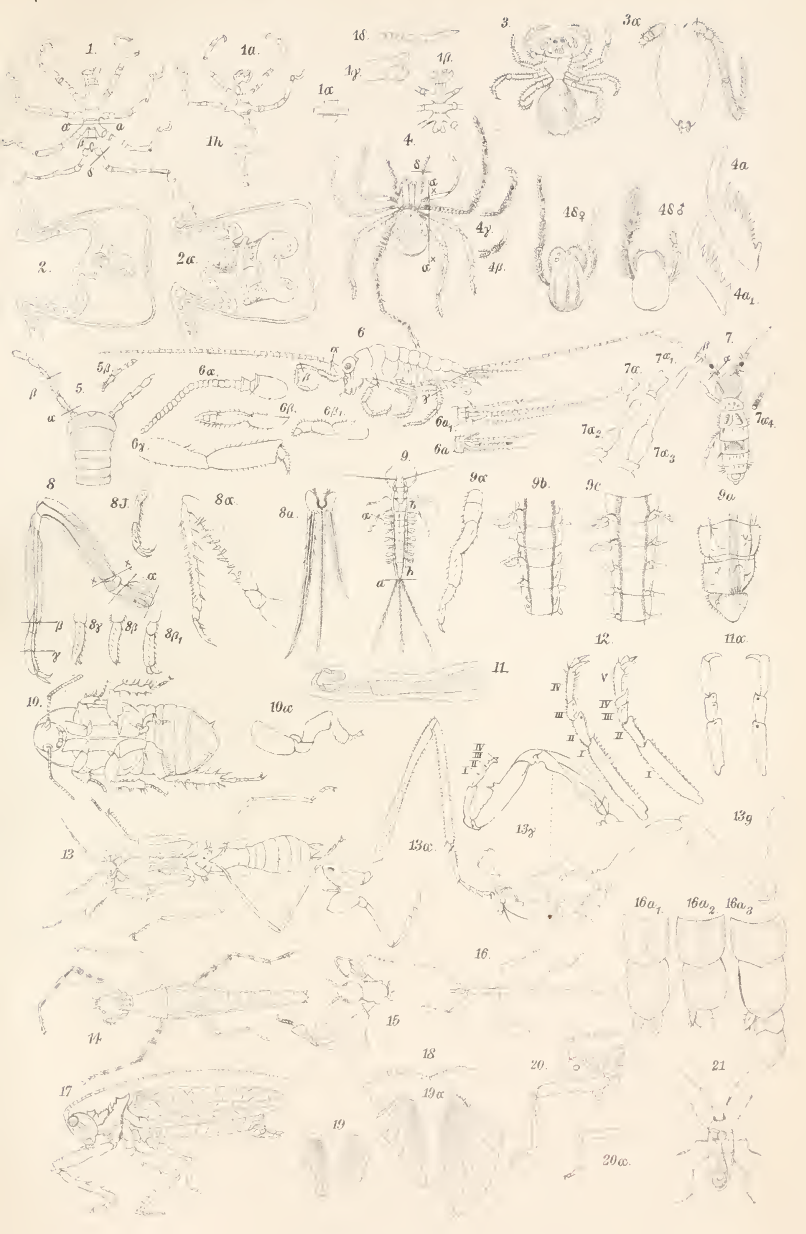
6. Carcinus maenas, einige Thorakalsegmente mit regeneriertem linken Z-Scherenbeine und gewaltig vergrößerter rechter K-Schere, 6 *a* autotomierte normale K-Schere, 6 *β* Regeneration einer Z-Schere an ihrer Stelle, 6 *a* Regeneration der Schere, 6 *a* K Propodit und Daktylopodit der eben differenzierten rechten K-Schere, darunter Regenerationsknospe und späteres Stadium nach Häutung, 6 *a* Z der normalen zu 6 *a* K gehörigen linken Z-Schere, darunter ihre Umwandlung zur K-Schere; 6 *b* K drei Stadien der Regeneration eines verlorenen Daktylopoditen der rechten K-Schere, 6 *b* Z die entsprechenden Stadien der gegenseitigen Z-Schere mit Verlust der Daktylopoditendifferenzierung, 6 *f* Doppelregeneration des fünften linken Beines, von oben (nach Przibram), die übrigen Figuren von unten.
7. ♂, Xantho rivulosus, rechte K-Schere des Männchens.
7. ♀, Beide Scheren des Weibchens von unten, 7 *a* Regeneration der rechten K-Schere des Männchens in der Form der Z-Schere (nach Przibram), alle Figuren von unten.
8. Eriphia spinifrons, Rückenansicht des Kopfes der normalen Heterochelie: rechts K-, links Z-Schere, großes Exemplar, 8 *a* K und Z autotomierte rechte und linke Schere eines kleineren Exemplares von unten, 8 *a* beiderseitige Scherenregeneration von unten, 8 *g* natürliche Dreifachbildung am Daktylopoditen einer rechten Schere, von oben (nach Przibram).
9. Gelasimus Tangeri, Rückenansicht des Männchens mit der normalen Heterochelie, 9 *a* rechte große Schere von unten, 9 *a* Regenerat derselben (nach Baudouin).
10 *f*. Gelasimus pugilator, Doppelregenerat einer kleinen rechten Schere, von vorne gesehen (nach Zeleny).

TAFEL VIII.

Tracheata I. (exklusive Hexapoda Metabola).

(Feine gerade Linien zeigen Schnittrichtungen an.)

1. Phoxichillidium maxillara, Dorsalansicht, 1 *a* vordere Körperhälfte nach hinten zu regenerierend, 1 *h* ähnlicher Fall, bloß das Körpersegment mit dem Regenerate gezeichnet (nach Loeb); 1 *α* Beginn einer Regeneration von derselben Stelle aus, bloß das Körpersegment mit dem Regenerate gezeichnet; 1 *β* Regeneration eines Hinterleibsegmentes und zwei Extremitätenknospen, die übrigen Beine nicht ganz gezeichnet, 1 *γ* Seitenansicht dieses Hinterleibsendes, stärker vergrößert, 1 *δ* regenerierendes Bein (nach Morgan).
2. Trochosa singoriensis, Regenerationsknospe im Basalgliede einer Extremität sich bildend, 2 *a* weiter vorgeschrittenes Stadium (nach Schultz).
3. Argyroneta aquatica, von unten, Regeneration des letzten rechten Beines, 3 *α* Regenerationsknospe am Leibe eines älteren Exemplares (nach Weiß).
4. Tegenaria, von oben, gleichzeitige Regeneration von 6 autotomierten Beinen, 4 *β* und *γ* Regenerate von distaleren Abschnitten aus, 4 *δ* ♀ Regeneration des rechten Tasters, 4 *δ* ♂ Nichtregeneration des männlichen Kopulationsapparates am rechten Taster, bloß Kopfbrust der Spinnen gezeichnet; 4 *a* normale Kralle eines Beines, 4 a_1 regenerierte Kralle mit weniger Zähnen (nach Friedrich).
5. Julus terrestris, Vorderteil von oben, mit regenerierendem rechten Fühler, 5 *β* weiter distal regenerierender Fühler (nach Newport).
6. Machilis cylindrica, von der linken Seite, eierlegendes Weibchen, 6 *α* regenerierender Fühler, 6 *β* und 6 β_1 regenerierende Taster, 6 *γ* regenerierendes Bein, 6 *a* Haut des Hinterendes eines an der mittleren Schwanzborste operierten reifen Männchens von unten, 6 a_1 analoge Ansicht des regenerierenden Hinterendes nach der Häutung (nach Przibram).
7. Orchesella cincta, von oben, mit regenerierendem rechten Fühler, 7 *a*—7 a_4 Regenerationsstadien eines schon im zweiten Glied entfernten Fühlers bis auf a_1 stärker vergrößert als 7 (nach Lubbock).
8. Agrion, Vorderbein der Nymphe, im Längsschnitte, die Muskelanordnung zeigend, 8 *α* regenerierendes Vorderbein nach Autotomie oder basalerem Abschnitte, 8 *β* und 8 β_1 Regenerate von dem Tibia-Tarsalgelenke aus, 8 *γ* von dem Gelenke zwischen vorletztem und letztem Tarsalgliede aus, unter Verschwinden des ersten Tarsalgelenkes, 8 J normaler Tarsus des Imago (nach Child und Young), 8 *a* letzteres Segment der Larve mit regenerierendem linken Schwanzanhange, von oben (nach Hübner).



H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



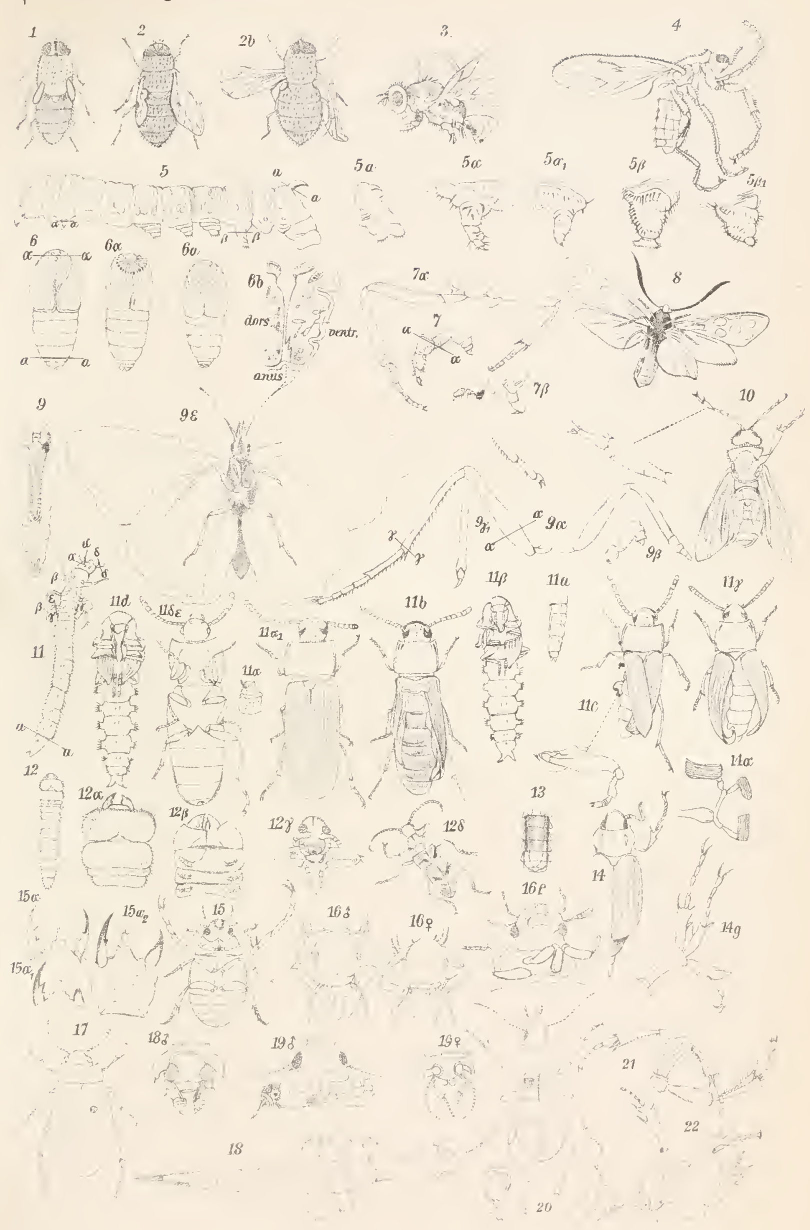
9. Chloëon dipterum, Larve von oben, 9 *a* regenerierendes Bein, 9 *a* regenerierendes Hinterende mit neugebildetem After, 9 *b* regressive Regulation der linken Kiemenblättchen nach Entfernung der rechten, 9 *c* Regeneration der Kiemenblättchen (nach Hübner).
10. Panesthia, von unten, mit regeneriertem linken Hinterbeine, Naturfund, 10 *a* das Beinchen stärker vergrößert (nach Newport).
11. Stylopyga orientalis, Regenerat des Tarsus in der am distalen Ende der Tibia abgeschnittenen Haut eines Beines, 11 *a* Naturfunde monströser Tarsen (nach Brindley).
12. Periplaneta americana, 4gliedriger, regenerierter Tarsus und normaler 5gliedriger (nach Brindley).
13. Sphodromantis bioculata, Larve von unten, mit Regenerat des linken Vorderbeines vom halben Femur an, Autotomie des linken Mittelbeines und Regenerat des linken Hinterbeines nach Autotomie, 13 *a* hinteres Extremitätenpaar von unten, das linke nach Abschnitt nahe am Körper regenerierend, 13 *β* junge Larve von der rechten Seite, mit Regenerat des in der Mitte der Coxa entfernten linken Vorderbeines, 13 *γ* Bruchdreifachbildung an einem Vorderbeine (nach Przibram).
14. Rhapiderus scabrosus, von oben, mit drei regenerierenden Beinen (nach Bordage).
15. Phyllium crurifolium, Kopf und erstes Thorakalsegment von oben mit regenerierendem rechten Vorderbeine (nach Bordage).
16. Bacillus Rosii, von oben, mit regenerierendem linken Vorderbeine und autotomiertem linken Hinterbeine, 16 a_1—16 a_3 Hinterende und zwei Regenerationsstadien desselben (nach Godelmann).
17. Pristes tuberosus, von der linken Seite, Naturfund mit diminutivem Hinterbeine (nach Griffini).
18. Locusta viridissima, nach dreimaligem, verschieden hohem Abschnitte regenerierender Fühler (nach Graber).
19. Decticus verrucivorus, Larvenflügel, der linke verletzt, 19 *a* Regulation desselben (nach Graber).
20. Platyphyllum Regimbarti, Vorderteil eines Männchens mit dem Tympanalorgan an der Schiene des Vorderbeines, 20 *a* Naturfund eines Diminutivbeines ohne Tympanalorgan (nach Griffini).
21. Lygaeide, von oben, mit 4gliedriger rechter Antenne, Schema (nach Douglas).

TAFEL IX.

Tracheata II. (Hexapoda Metabola).

(Feine gerade Linien zeigen Schnittrichtungen an.)

1. Musca domestica, mit kleinen schuppenartigen Regeneraten der Vorderflügel.
2. Musca (Callimorpha) vomitoria, mit Regenerat des linken Vorderflügels, 2 *b* mit Regenerat des rechten, kompensatorischer Verkleinerung — Randeinrollung — des linken Vorderflügels; Fig. 1—2 *b* von oben (nach Kammerer).
3. Palloptera ustulata, Thorax mit dorsaler flügelartiger Heteromorphose und angrenzende Teile, Naturfund von der linken Seite (nach Gercke).
4. Dilophus tibialis, Naturfund mit Antenne aus dem Vorderschenkel wachsend, von der rechten Seite (nach Wheeler).
5. Bombyx mori, Raupe, von der linken Seite, 5 *a* letztes Segment mit regeneriertem Kaudalhorn (nach Megušar), 5 α normales, 5 α_1 regeneriertes Thorakalbein, 5 β normales, 5 β_1 regeneriertes Abdominalbein (nach Kellogg).
6. Samia promethea, Puppe von unten, 6 α Regenerat des Vorder-, 6 *a* des Hinterendes, 6 *b* Schnitt durch das regenerierte Hinterende (nach Hirschler).
7. Liparis (Ocneria) dispar, drittes Beinpaar der Raupe, von vorne gesehen, mit Regenerat des linken Beines, 7 α fortgeschrittene Regeneration am ausgeschlüpften Schmetterlinge, 7 β unvollkommeneres Regenerat nach späterer Operation an der Raupe (nach Chapman).
8. Zygaena filipendulae, Naturfund mit überzähligem linken Hinterflügel an Stelle des linken Hinterbeines, von unten (nach Richardson und Bateson).
9. Vanessa urticae, Puppe mit regenerierendem linken Vorder- und Mittelbeine, von unten, 9 ε der daraus entwickelte Falter, von unten, 9 α stärker vergrößerte Ansicht des mittleren Beinpaares, 9 β unvollkommenes Regenerat nach späterer Amputation, 9 γ_1 und 9 γ_2 Regenerate nach Abschnitt am Tibio-Tarsalgelenke der Raupe (nach Newport).
10. Cimbex axillaris, Naturfund mit Fuß aus dem linken Fühler wachsend, von oben, Beine bis auf das zum Vergleiche mit der Heteromorphose dienende rechte Vorderbein weggelassen; links vom Tiere die Heteromorphose stärker vergrößert (nach Kraatz).
11. Tenebrio molitor, Larve, von unten, 11 *a* Regeneration des Hinterendes, an der Larve (nach Megušar), 11 *b* Regeneration der Flügel am Imago (nach Werber), 11 *c* Regeneration des bei der Larve total exstirpierten linken Hinterbeines am Käfer, mit Korrelationserscheinungen (nach Megušar), 11 *d* normale Puppe, von unten; 11 α Kopf und erstes Thorakal-



H Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



segment der Larve mit Exstirpation des rechten Auges und des rechten Fühlers, 11 α_1 Regeneration beider Organe am Imago, von oben (nach Werber), 11 β Regeneration der rechten Flügel an der Puppe nach Wegschneiden der Meso- und Metathorakalränder der rechten Seite bei der Larve, von unten (nach Megušar), 11 γ korrelative Flügelverkrümmung am Käfer, nach Amputation beider Hinterbeine bei der Larve, von oben (nach Tornier); 11 δ ε Käfer von unten mit Regenerat des linken Fühlers und des rechten Hinterbeines (nach Gadeau de Kerville).

12. Rhagium indagator, Larve, von oben, 12 α Kopf und Thorax der Larve von oben stärker vergrößert, mit Regenerat der rechten Mandibel, 12 β von unten, mit Regenerat des linken Vorderbeines, 12 γ der Puppe, mit regeneriertem rechten Vorderbeine, 12 δ Imago, von oben (nach Megušar).
13. Lampyris noctiluca, Hinterleib des Weibchens mit Regeneration der letzten zwei, bei der Larve entfernten Segmente (nach Megušar).
14. Melolontha vulgaris, Männchen von oben, die linke Rumpfhälfte und alle Extremitäten bis auf die zum Vergleiche mit den folgenden Mißbildungen benötigten, nämlich rechter Fühler und rechtes Vorderbein, fortgelassen, 14 a Naturfund, Bruchdreifachbildung des rechten Fühlers, Naturfund (nach Wesmael); 14 g Bruchdreifachbildung an dem rechten Vorderknie (nach Doumerc).
15. Hydrocharis caraboïdes, Käfer, mit Regenerat des rechten Vorderbeines, von unten, daneben stärker vergrößert die Tarsen beider Vorderbeine, 15 a—a_2 Regeneration der linken Mandibel an der Larve unter kompensatorischer Reduktion der rechten Mandibel (nach Megušar).
16. Hydrophilus piceus, Kopf und erstes Thorakalsegment von unten, mit Regenerat des rechten Vorderbeines bei ♀ und ♂, hier mit sekundärem Geschlechtsmerkmale, 16 f Analoge Teile des Käfers mit regenerativer Doppelbildung des linken Vorderbeines an einem Weibchen (nach Megušar).
17. Colymbetes coriaceus mit natürlicher Doppelmißbildung des rechten Fühlers von oben (nach Lucas); zugleich schematische Demonstration der reparierbaren Flügeldeckendurchstechung (nach Hope).
18. Cybister roeselii, Larve von unten, das linke Vorderbein erst an der Puppe regenerierend; 18 ♂, Kopf und erstes Thorakalsegment der männlichen Puppe mit regeneriertem linken Vorderbeine samt sekundärem Geschlechtsmerkmale (nach Megušar).
19. ♀ Dytiscus marginalis, analoge Teile, 19 ♂ männlicher Käfer, analoge Teile (nach Megušar).
20. Carabus perforatus Dreifachbildung des linken Hintertarsus (nach Asmuss), zugleich zur Demonstration der Operation am Rücken nach Entfernung der linken Flügeldecke (nach Verhoeff), Naturfund, von oben.
21. C. Scheidleri, Naturfund einer Bruchdreifachbildung vom Trochanter T. des rechten Vorderbeines, von oben (nach Kraatz).
22. Scarites Pyraemon, Naturfund einer Bruchdreifachbildung von der Coxa des linken Vorderbeines von unten (nach Lefebvre).

———

TAFEL X.

Mollusca et Prochordata.

(Feine gerade Linien geben Schnittrichtungen an.)

1. Ostrea edulis, auf die rechte Schale gesehen, 1 a_1 Vorwachsen des Mantellappens L nach Entfernung eines Teiles der rechten Schale, 1 a_2 völlige Überwachsung durch den Mantellappen (nach Faussek); 1 b_1 völlige Entfernung der rechten Schale, 1 b_2 deren etwas aufgerollte Neubildung (nach Angaben Schiedts).
2. Anodonta cygnea, von der Seite, 2 *a* Lage der Kieme K in der geöffneten Muschel, 2 *α* Naturfund, Mißbildung durch Verletzung, 2 *a α* Kieme in der geöffneten Muschel (nach Bloomer).
3. Tethys leporina, von oben, mit einigen regenerierenden Rückenpapillen (nach Parona).
4. Lobiger philippii, von unten, mit regenerierendem rechten Flossenanhange, Naturfund (nach Krohn).
5. Harpa ventricosa, von der linken Seite, × Autotomiestelle, 5 *α* der Schwanz, vergrößert, von unten (nach Quoy und Gaymard).
6. ♂, Paludina vivipara, Männchen von oben, mit dem Spermabehälter im rechten Tentakel, 6 *α* Kopf eines Männchens, von oben, Regeneration des männlichen Tentakels, 6 *a* Kopf eines Weibchens, von oben, normal, zum Vergleiche (nach Černý).
7. Planorbis corneus, von oben, mit Regenerat des rechten Tentakels, 7 *g* Kopf mit Mißbildung an einem Regenerate des rechten Tentakels (nach Černý).
8. Limnaea stagnalis, von oben, mit Regeneration des rechten Auges und Tentakels (nach Megušar; auch die Schnittrichtung von Morgan *a* und die Operationsart von Bunker *b* eingezeichnet), 8 *f* Kopf von oben mit Doppelregenerat des rechten Tentakels (nach Megušar).
9. Limax arborum, von oben, mit regenerierendem rechten Tentakel (nach Černý).
10. Helicarion ceratodes, von oben, 10 *a* der autotomierte Schwanz von der Seite (nach Semper).
11. Clausilia rugosa, Gehäuse mit zwei Peristomen, Naturfund; darunter die zwei Peristome stärker vergrößert (nach Cockerell).
12. Helix (pomatia, nach Hatschek-Cori), von oben, 12 *α* (H. nemoralis) Kopf mit heller regenerierenden Augenträgern von der linken Seite, 12 *β* ebensolcher mit Verschmelzung der Augenstiele, 12 R_1—R_4 (H. hortensis) vier Stadien in der Regeneration eines Auges, Längsschnitte,



H Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



29, 55, 55 und 57 Tage nach der Operation; 12 E_3 und E_4 (H. pomatia) zwei Embryonalstadien zum Vergleiche mit den Augenregeneraten R_3 und R_4 (nach Carrière).

13. Loligo Pealii, von oben, mit regenerierenden Armen der rechten Körperhälfte (Schema zu den Naturfunden von Verrill).
14. Architheutis Harveyi, von oben, 14 *a* Stück eines Armes stärker vergrößert, von unten, *b* einfaches, *f*—*h* doppelte Regenerate abgerissener Saugnäpfe (Schema zu den Naturfunden von Verrill).
15. Ocythoe tuberculata, Männchen von der Seite, mit dem in einen Sack abgeschlossenen Hektokotylusarm, daneben letzterer befreit (nach Cooke, in Cambridge Natural History).
16. Octopus fusiformis, in Regeneration befindliches Armstück, die Abtrennungsstelle durch eine Furche (××) kenntlich, 16 ♂ analoger Fall eines Hektokotylusarmes (nach Brock).
17. Diplosoma Mitsukurii von der Seite, seinen Oberkörper erneuernd (nach Oka).
18. a_1—a_3 Morchellium Argus, drei Regenerationsstadien aus einem mittleren Stücke, 18 β—β_2 Regenerationsstadien des Endostyls, 18 γ regenerierende Wimperzellen (nach Giard).
19. Circinallium concrescens, einzelnes Tier, 19 *a* Längsschnitt eines nach vorne regenerierenden Hinterstückes, kurz vor der Vereinigung des neuen Oesophagus oe mit dem alten Verdauungstrakte *t*; 19 *a* regenerierende Geschlechtszellen (nach Caullery).
20. Clavellina lepadiformis, von der Seite, 20 *a* der Kiemenkorb als Stammstück nach dem Modus der reinen Regeneration, 20 *b* dem gemischten Modus, 20 *c* dem reinen Reduktions- und Auffrischungsmodus eine kleine Aszidie liefernd, 20 *a* der Eingeweidesack nach vorne und rückwärts regenerierend, 20 γ der Stolo eine kleine ganze Aszidie liefernd (nach Driesch).
21. Phallusia, Bechergastrula, darunter Streckgastrula; erstere liefert quer durchschnitten zwei Ganzbildungen 21 *c*, letztere Halbbildungen 21 *a* und 21 *a* (nach Driesch).
22. Ciona intestinalis, von der Seite, im Längsschnitt, *b* Ganglion, 22 *a* und β stärkere Vergrößerungen regenerierender Ganglien (nach Schultz), 22 g_1—g_2 zwei Stadien heteromorpher Bildungen nach Einschnitt nahe dem Einfuhrsipho (nach Loeb).
23. Amphioxus (Branchiostoma lanceolatum), von der rechten Seite, 23 *a* Kopf mit regenerierender Spitze (nach Biberhofer).

TAFEL XI.

Vertebrata Anamnia.

(Feine gerade Linien geben Schnittrichtungen an.)

1. Petromyzon Planeri, Larve, von der linken Seite, 1 *g* Naturfund dreifachen Schwanzes, 1 γ Querschnitt durch denselben (nach Barfurth).
2. Acanthias vulgaris, Vorderteil von links, mit heteromorpher Flosse auf dem Scheitel (Naturfund von Cori, nach Grosser und Przibram).
3. Protopterus annectens, von links 3 *f* Vorderteil von rechts mit gespaltener Brustflosse (Naturfund nach Albrecht), 3 *a* gespaltene Schwanzflosse von links (Naturfund nach Brindley).
4. Syngnathus acus, von der Seite, 4 a_1 abgeschnittener Schwanzteil, 4 a_2 Regenerat am XXX. Wirbel. 4 a_1 *u* Urostyl der normalen, 4 a_2 *u* der regenerierten Flosse, letztere Figur nach Röntgenaufnahme, 4 *f* Naturfund, ventrale Verdopplung der Schwanzflosse (nach Duncker).
5. Siphonostoma typhle, Schwanzteil mit akzessorischer Flosse am XXIX. Wirbel, Naturfund (nach Duncker).
6. Salmo irideus, eben geschlüpftes Fischchen von links, a—a_{IV} Regeneration nach verschiedener Schnittführung (nach Nußbaum und Sidoriak).
7. Esox lucius, von links 7 a_{II} Naturfund, der einer Operation a_{II} entsprechen würde (nach Tiedemann), 7 a_{IV}, Naturfund a_{IV} entsprechend (nach Hofer), 7 *a* regenerierte Schwanz-, 7 b_1—b_2 regenerierende Rückenflosse (nach Bogacki).
8. Fundulus heteroclitus ♂, von links, *mx* Kiefer, *le* Linse, *op* Kiemendeckel, *pe* Brust-, *ve* Bauch-, *an* After, *ca* Schwanz-, *do* Rückenflosse (Schema zu den Versuchen von Morrill), 8 a_1—a_2 Regenerationsstadien der durch einen schiefen Schnitt, 8 a—a_2 der durch zwei Schnitte abgetrennten Schwanzflosse (nach Morgan).
9. Fundulus majalis ♂, Rückenflosse, nach Abschnitt des den schwarzen Fleck tragenden Teiles, diesen nicht mehr regenerierend 9 β (nach Morgan).
10. Carassius auratus, 10 a_1—a_3 Regenerationsstadien (nach Morgan und Suworow). 10 b_1—b_2, 10 c_1—c_2, 10 d_1—d_2 je zwei Regenerationsstadien der Schwanzflosse nach verschieden angelegten Schnittflächen (nach Morgan).
11. Amiurus nebulosus, Naturfund mit gegabeltem Bartel *f* (aus „La Nature“; das schraffierte Quadrat bezeichnet die Stelle, an der bei dem verwandten Silurus glanis von Oxner Regeneration studiert wurde).
12. Perca fluviatilis, von links, 12 b_1—b_2 Regenerationsstadien der Rückenflosse (nach Bogacki).
13. Proteus anguinus, von oben, 13 *a* Regeneration des Schwanzes (nach Kammerer), 13 *a* Regenerat des Hinterbeines, stärker vergrößert, die Knochen schraffiert eingezeichnet (nach Goette).
14. Amphiuma means, von oben, 14 *a* Regenerat des linken Hinterbeines, analog 13 *a* (nach Morgan).



H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



15. Amblystoma mexicanum (= Siredon pisciformis), von oben, die rechte Hand ohne, die linke nach Nervendurchschneidung regenerierend (nach Rubin), 15 *a* normaler linker Arm, β doppelt-, γ fünfzehig-, δ zweizehig regeneriert (nach Barfurth), 15 ε_1 stärker vergrößerte Abbildung des normalen Armes mit schraffiert eingezeichneten Knochen, 15 ε_2 derselbe nach Entfernung der beiden Unterarmknochen, die nicht regeneriert werden (nach Wendelstadt), 15 h_1—h_3 drei Entwicklungsstadien des Auges zum Vergleiche mit der Regeneration der Linse in den folgenden Figuren 17 h_1—h_0 (nach Rabl).
16. Triton marmoratus ♂, von links, mit regenerierendem linken Hinterbein und Kamme (nach Kammerer).
17. Triton taeniatus (= vulgaris), von links, 17 *b* Längsschnitt durch regenerierenden Schwanz, *vd* obere, *vv* untere Wirbelbögen, *nd* Nervenrohr, *ct* Knorpelrohr, *ve* Vene, *at* Arterie (nach Müller), 17 *c* Regeneration des linken Hinterbeines und Rückenkammes unter kompensatorischer Reduktion des Schwanzkammes (nach Kammerer), 17 h_1—h_3 Linsenregenerationsstadien (nach Wolff), 17 h_4 normales Auge, 17 h_5 regenerierendes Auge (nach Colucci).
18. Triton cristatus, beide Lungen, die eine nach Operation mit neuer Spitze versehen (nach Weismann), 18 a_1 Operationsmethoden zur Erzeugung von 18 a_2 Stutzschwänzen (nach Tornier), 18 α Kopf mit regenerierten Kiefern, von vorne, 18 β Querschnitt durch regenerierten Oberkiefer (nach Werber), 18 *f* Doppelregenerat nach Durchschnürung der Beinknospe, 18 *g* überzählige Zehen nach zwei Schnitten (nach Tornier), 18 *b* drei Entwicklungsstadien der linken Hand, von oben, 18 *c* drei Regenerationsstadien derselben (nach Goette).
19. Salamandra maculosa, geöffnetes Vorderteil mit regenerierter rechter Lunge *rl* (nach Muftič), *sp* Milz (Schema zu Daiber); 19 *h* doppelte Regeneration von Linsen bei einer Larve (nach Fischel).
20. Salamandrina perspicillata, von oben, mit regenerierendem linken Hinterbeine (nach Kammerer).
21. Bufo vulgaris, wie 19 dargestellt, beiderseitige Lungenregeneration (nach Muftič).
22. Pelobates fuscus, von unten, mit zwei überzähligen Beinen *r'l'*, hervorgegangen aus der 22 g_1 an der Gliedmaßenanlage der Larve bezeichneten Operation, 22 g_2 Skelett des Ursprungsortes der Dreifachbildung, 22 *h* Dreifachbildung erhalten nach Durchschneidung der Sitzbeinanlage, 22 h_1 Operationsart, 22 h_2 Ergebnis, Schema (nach Tornier).
23. Alytes obstetricans, vier Entwicklungsstadien, 23 γ drei Regenerate des linken Beines (nach Ridewood).
24 *a*, Rana, von rechts, 24 *g* Skelett der abgebildeten Monstrosität (Naturfund, nach Tornier), 24 a_1—a_2 Regeneration des als Anlage entfernten Hinterbeines, 24 a_2 Regeneration des Vorderbeines (nach Byrnes), 24 b_1—b_2 des kurz nach dem Hervorsprossen entfernten Hinterbeines, 24 c_1—c_2 Nichtregeneration älteren Stadiums, 24 *f* gespaltenes Schwanzregenerat (nach Barfurth), 24 h_1 aneinander gepfropfte Larven, die bei *a a* entzweigeschnitten werden, 24 h_2 Regeneration heteromorphen Schwanzes an der oralen Schnittfläche (nach Harrison).

TAFEL XII.

Vertebrata Amniota.

(Feine gerade Linien geben Schnittrichtungen an.)

1. (Ophidia) Schlange mit zwei Köpfen, Kopfteil von oben, Schema (nach Tornier).
2. Sphenodon punctatus, unveränderte Regeneration des Schwanzes (zu Werner).
3. Ptychozoon homalocephalum, Schwanz, von oben, *a* Regenerat (nach Werner).
4. Gecko verticillatus, Schwanz, von oben, *a* Regenerat (nach Werner).
5. Lacerta agilis, von oben, *a* Kopf mit Kieferregenerat von oben, 5 β Kopf von unten stärker vergrößert, 5 β_1—5 β_2 Regenerationsstadien des Unterkiefers, 5 γ Querschnitt durch den normalen, 5 γ_1 den regenerierten Oberkiefer (nach Werber), 5 *α* Längsschnitt durch regenerierenden Eidechsenschwanz (nach Müller).
6. Lacerta vivipara, Schwanzwurzel und Hinterbeine von oben, links Regenerat, Naturfund, 6 *a* Skelett der stärker vergrößerten Beine eingezeichnet (nach Egger), 6 *g* Bruchdreifachbildung des Schwanzes mit eingezeichnetem Skelett (nach Tornier).
7. Tejus tejou, Bruchdreifachbildung des Schwanzes, Naturfund (nach Tornier).
8. Alligator, normaler Schwanz von links, 8 *α* Schwanzregenerat, Naturfund (nach Werner).
9. Testudo graeca, von vorne, die schraffierten Schilder und der Ring deuten Verletzungen an, 9 *α* Querschnitt durch regenerierenden Panzer, *z* Stelle, von der 9 β stärker vergrößerten Durchschnitt zeigt, 9 γ regenerierender Panzer nach der Ausschneidung des Ringes, Querschnitt: E Epidermis, O. C. ossifizierte Cutis, D abgestoßener Teil der alten Dermalplatten, M neugebildete Malpighische Schicht, S. C. Stratum corneum, P Pigmentbündel (nach Gadow).
10. Anser cinereus, Kopf von links, 10 *a* derselbe mit regenerierendem Schnabel (nach Werber in Przibram), 10 β Naturfund (nach Larcher).
11. Ciconia alba, Kopf von links (zu Kennel).
12. Gallus domesticus, Kopf von links (zu Bordage und Werber).
13. Passer domesticus, Kopf von links, abnormales Wachstum des Unterschnabels, Naturfund (nach Herman).
14. Corvus frugilegus, Kopf von links, 14 *o* mit abnormem Ober-, 14 *u* Unterschnabel, Naturfund (nach Herman).



H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



15. Psittacus erithacus, Schädel von links aus Brehm, zu Barfurth u. a., 15 *o* Papagei mit abnormem Oberschnabel (Schema zu St. Hilaire), 15 *u* mit abnormem Unterschnabel (zu M. Schmidt).
16. Equus caballus, Fußskelett, von vorne, 16 Z analoge Ansicht vom unterpliozänen Hipparion, zum Vergleiche mit 16 A atavistischer Zehenvermehrung eines lebenden Pferdes (nach Marsh), 16 *b* Spaltung einer Zehe (nach Blanc).
17. Hyelaphus porcinus, Geweih, von vorn, Bruch der linken Rose, 17 *c* Geweih des nächsten Jahres mit kompensatorischer Reduktion der rechten Stange (Schema zu M. Schmidt).
18. Cervus elaphus, Geweih, von vorn, mit Spaltung der linken Stange, 18 *c* Geweih des nächsten Jahres mit kompensatorischer Reduktion des hinteren linken Stangenastes (nach Rörig), 18 *h* Geweih mit heteromorpher Stange auf dem Scheitel, Naturfund (nach Landoïs).
19. Cariacus virginianus, Geweih mit heteromorpher Stange auf dem linken Stirnbeine (nach Nitsche).
20. Cervus capreolus, Bein von unten mit überzähligem Hufe, 20 *a* Schema zu dessen Entstehung, 20 *b* Skelett eines normalen, 20 b_1 eines hyperregenerierenden Vorderfußes, Naturfunde (nach Tornier), 20 *c* Scheitelkappe eines Rehkitz mit gespaltener rechter Rose, Naturfund (nach Nitsche), 20 c_2 Geweih mit gespaltener rechter Stange, 20 *g* mit Bruch des Kolbengeweihes rechts, Naturfunde (nach Rörig).
21. Rangifer tarandus, Geweih mit Spaltung der rechten Stange, Naturfund (nach Nitsche).
22. Ovis aries, Bruchdreifachbildung am rechten Vorderbeine eines Schafes, bloß das Skelett und von der normalen Extremität nur Humerus gezeichnet (nach Blane).
23. Bos taurus, Vorderbein von rechts, mit „Stall"huf exzessiver Form (nach Schmuck). 23 *g* Stier mit Bruchdreifachbildung des rechten Vorderbeines, von rechts, Naturfund (nach Przibram).
24. Lepus timidus, Schädel, von rechts, 24 *a* mit ringförmig ausgewachsenen Schneidezähnen des Oberkiefers, Naturfund (nach Landois).
25. Eliomys nitela, aus Fitzinger, zu Fatio. *a*) Stück eines regenerierenden Schwanzes im Skelett (nach Thomas).

TAFEL XIII.

Mammalia: Gewebsregeneration.

1. Kaninchen (Lepus cuniculus), von der Bauchseite geöffnet (nach Kükenthal): *a* Linse, *b* Hornhaut, *c* Trommelfell, *d* Haare, *e* Achseldrüse, *f* Brustdrüse, *g* Leber, *h* Nieren, *i* Achillessehne, *k* Tibia, *l* knorpelige Apophyse, *m* Sohlenhaut, *n* Sohlenfett, *o* Nervus ischiadicus, *p* Blutgefäße.
   1 *a v*, Regenerierende Linse von vorne: halbmondförmiger weißer Körper nach Einlegen in Alkohol sichtbar werdend (nach Gonin).
   1 *a s* Längsschnitt des Augapfels mit regenerierender Linse (nach Randolph).
   1 *a* histologischer Schnitt durch Regenerationsbeginn: α vordere, γ hintere Kapselwand, β Epithel der vorderen Wand, δ Linsenfasern, ε „Nuklearzone", Übergangsstelle des Epithels in Linsenfasern (nach Randolph).
   1 f_1—1 f_3 drei Stadien (Längsschnitte) zur Regeneration der jugendlichen weiblichen Brustdrüse, ein, zwei und sieben Tage nach Operation (nach Ribbert).
   1 *g* dunkel regenerierendes Lebergewebe (nach Ribbert).
   1 h_1 durch Kälte teilweise zerstörte Nierengewebe, in der oberen Hälfte des Bildes, 1 h_2 Regeneration nach zwei Wochen (nach Ribbert).
   1 i_1—i_3 drei Stadien der Regeneration der Achillessehne (nach Demarquay).
   1 k_1 Tibula und Fibula von vorne (nach Wells), 1 k_2 schematische Abbildung der Knochengeneration nach Abschnitt des unteren Tibiateiles, 1 *k* Unteres Ende der Tibia eines Meerschweinchens (Cavia cobaja) sieben Tage nach der Operation, Längsschnitt, stärker vergrößert (nach Marchand).
2. Hund (Canis familiaris), bezüglich der Lage der Organe sei auf Figur 1 verwiesen.
   2 b_1—2 b_2 zwei Stadien nach Durchschneidung der Hornhaut vier respektive sieben Tage nach Operation (nach Marchand).
   2 *e* Längsschnitt durch die Hälfte einer regenerierten Lymphdrüse (nach Bayer).
   2 *l* Regenerierende, knorpelige Apophyse (nach Marchand).
   2 *o* Schematische Ansicht der Hinterschenkel von vorne, mit „autogener" Regeneration des peripheren Stückes des Ischiadicus am rechten, Behinderung dieser Regeneration durch Aufsetzen einer Kappe am linken Beine, 2 O *r* und 2 O *l* Längsschnitte der Endigungen des rechten, respektive linken peripheren Ischiadicusstückes (nach Bethe).
3. Mensch (Homo sapiens), 3 *c* Radiärschnitt durch regeneriertes Trommelfell (nach Gomperz).

3 d_1—3 d_7 sieben Regenerationsstadien eines ausgerissenen Haares (nach Giovannini).

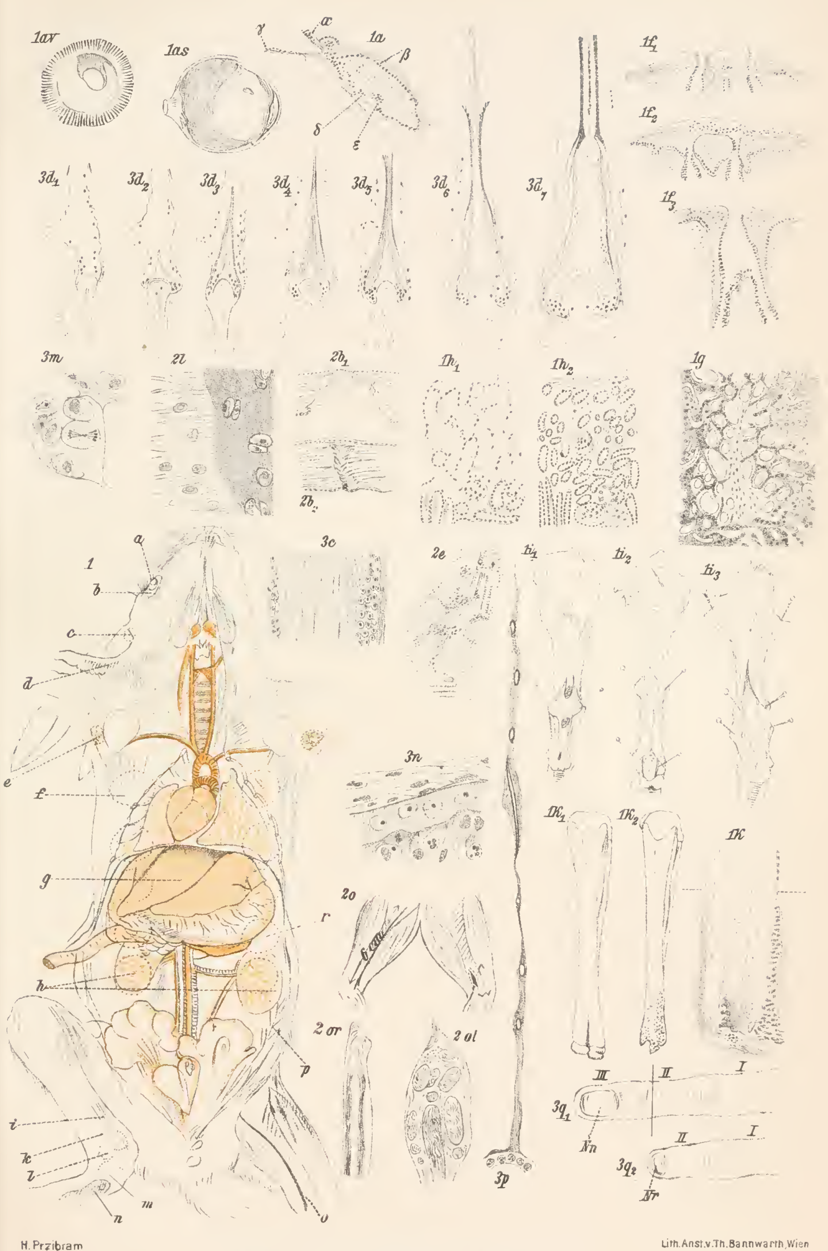
3 *m*, innerhalb der alten durch Frost zerstörten Fettzellen regenerierendes Fettgewebe (nach Marchand).

3 *n* Epidermis in Regeneration, erst e i n e fibrilläre Zellschicht ohne deutliche Zellgrenzen und darüber wenige Lagen noch kernhaltiger Zellen (nach Marchand).

3 *q* aus einem alten Blutgefäß sprossendes neues Gefäß (nach Rindfleisch).

3 q_1 normaler Finger mit drei Phalangen, 3 q_2 Finger nach Amputation der dritten Phalange mit neuem Nagelrudimente, schematische Abbildung (zu Blumenbach u. a. A.).





H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



TAFEL XIV.

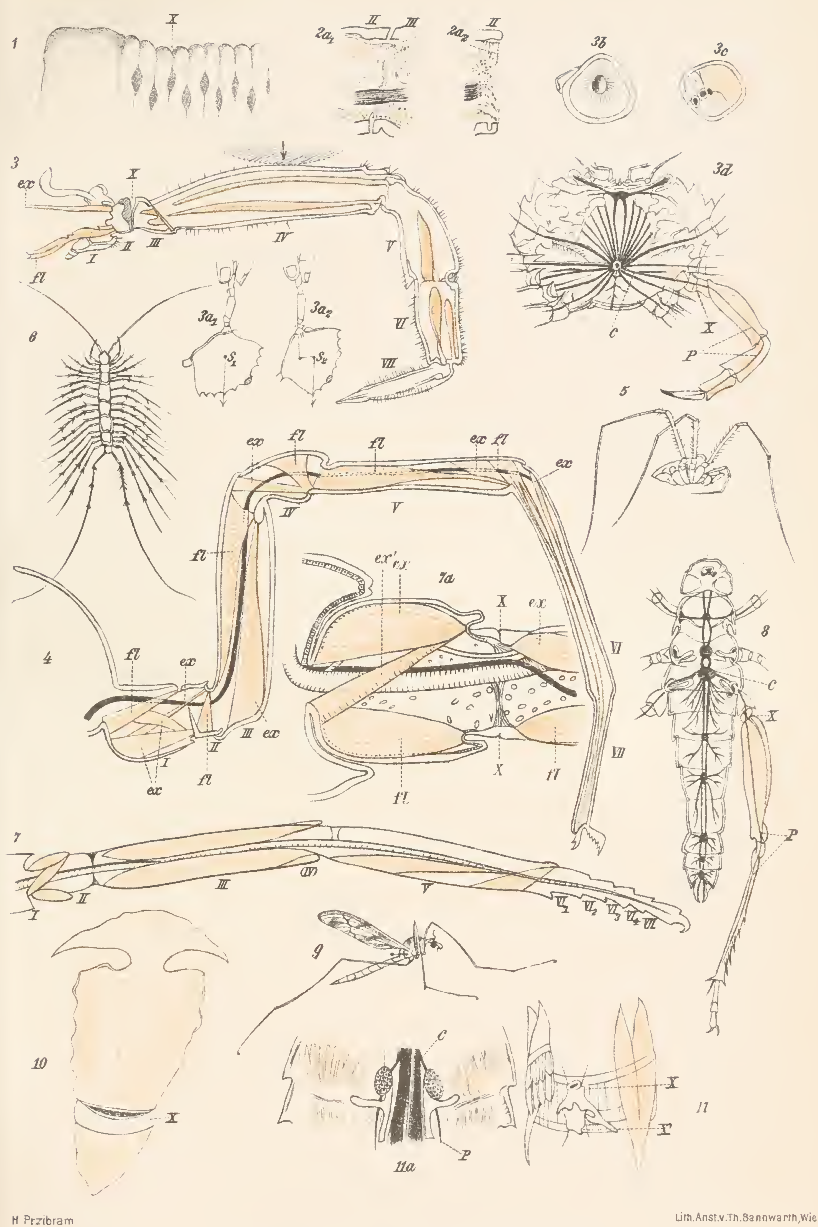
Autotomie.

Allgemeine Zeichenerklärung für diese Tafel: tiefschwarz = Nerven, *C* zentraler, *P* peripherer Teil; orange = Muskeln und Sehnen, *ex* Extensoren oder Strecker, *fl* Flexoren oder Beuger; 1—VII Glieder der Beine in zentrifugaler Richtung gezählt, X Bruchstelle.

Einzelne Figuren:

1. Seestern (Asterias vulgaris), Stück eines Armes mit der zwischen 4. und 5. Ossiculum gelegenen Einsenkungs-, zugleich Bruchstelle (nach King).
2. a_2 Krebs (Astacidae), Längsschnitt durch die präformierte Bruchstelle eines Beines, 2 a_2 analoger Längsschnitt 15 Minuten nach Autotomie des Beines (nach Reed).
3. Krabbe (Platycarcinus), linkes zweites Schreitbein von vorne im Längsschnitt, der Pfeil deutet Widerstand eines festen Körpers an, 3 a_1 und 3 a_2 (Carcinus), Stadien der Autotomie bei einer am letzten linken Beine emporgehobenen kleinen Krabbe (nach Fredericq), 3 *b* Bruchfläche des proximalen Abschnittes eines amputierten Scherenbeines, mit Verschlußmembran, 3 *c* distaler Teil eines amputierten Schreitbeines, nach Entfernung der Verschlußmembran (nach Wirèn), 3 *d* Schema des Nervensystems einer Krabbe zur Demonstration der zentralen und peripheren Autotomie (zu Przibram).
4. Spinne (Tegenaria), schematischer Längsschnitt durch ein linkes Bein (nach Friedrich).
5. Weberknecht (Phalangium cornutum), Ansicht von rechts, letztes Bein autotomiert (nach Leunis).
6. Spinnenassel, Scutigera coleoptrata, von oben (nach Leunis).
7. Stabheuschrecke (Bacillus Rossii) schematischer Längsschnitt durch das zweite Bein rechts (nach Godelmann).
8. Heuschrecke (Dissotera carolina), schematische Darstellung des Nervensystems (nach Snodgrass), zur Demonstration der zentralen und peripheren Autotomie (zu Contejean).
9. Wiesenschnake (Tipula), von rechts (nach Brehm).
10. Meeresschnecke (Harpa ventricosa), von der Bauchseite (nach Quoy und Gaymard).
11. Eidechse (Lacerta viridis), doppelter Schuppenwirbel aus dem Schwanze, geöffnetes Segment, enthaltend die hintere Hälfte eines Wirbels, von der präformierten Bruchstelle an, und die vordere Hälfte des darauffolgenden Wirbels bis zur nächsten präformierten Bruchstelle (nach Werner), 11 *a* (L. agilis), stärker vergrößerter Längsschnitt durch ein der vorigen Figur analoges Segment (nach Fraisse).





H Przibram
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



TAFEL XV.

Biotechnik.

(Die orangerote Färbung gibt Teile mit der Symmetrie der rechten Körperhälfte an.)

1. Die erste Vertikalreihe stellt die Einwirkung des Eindringens schneidender Kräfte in einen Balken vor (nach Tornier).
2. Die zweite Vertikalreihe gibt analoge Bilder für ein schematisch als Doppelzellreihe dargestelltes organisches Gebilde (hier und in der nächsten Reihe grauweiße Kreise = Zellkerne, schwarze Punkte ruhende, weiße Punkte geteilte Centrosomen).
3. Die dritte den Erfolg der betreffenden Eingriffe nach Auftreten der Regeneration, entsprechend der zur Strassenschen Zellstellungsregel (nach Przibram).
4. Die vierte Vertikalreihe gibt ähnliche Schemen wie die zweite, jedoch eines stärker differenzierten Gebildes unter Hinweglassung der Zellgrenzen, und
5. die fünfte den Erfolg der Eingriffe auf diese Gebilde, nach Auftreten der Regeneration.

Erste Horizontalreihe dient zur Veranschaulichung normalen Wachstums.

Zweite Horizontalreihe (1—5, *a*): Veranschaulichung der Regeneration nach einfacher, querer Amputation.

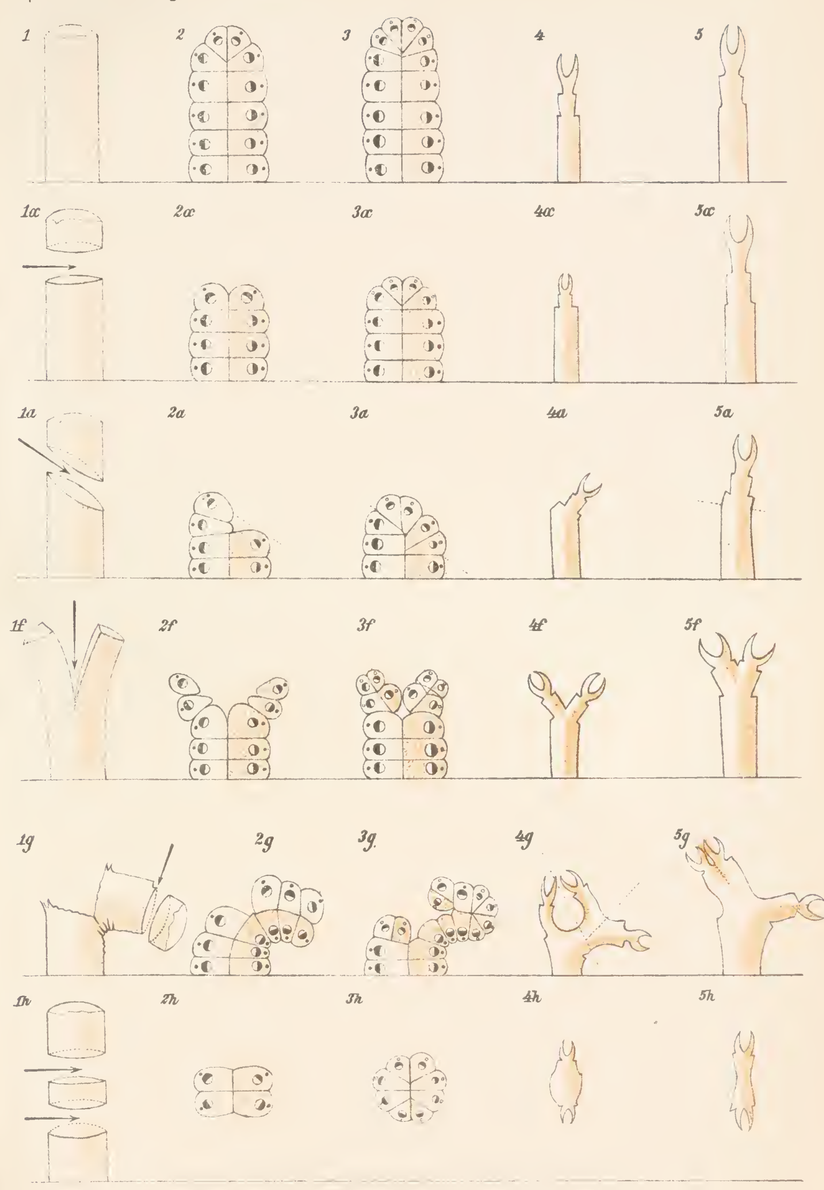
Dritte Horizontalreihe (1—5, *a*): nach einfacher schiefer Amputation (Barfurths Regel).

Vierte Horizontalreihe (1—5, *f*): nach teilweiser Längsspaltung (Doppelbildung).

Fünfte Horizontalreihe (1—5, *g*): nach Bruch (Dreifachbildung, Batesons Regel).

Sechste Horizontalreihe (1—5, *h*): nach Aufhebung der Polarität bei Verwendung eines kleinen, an beiden Schnittflächen den gleichen Bedingungen ausgesetzten Stückes (Heteromorphose Loebs).





H Przibram

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



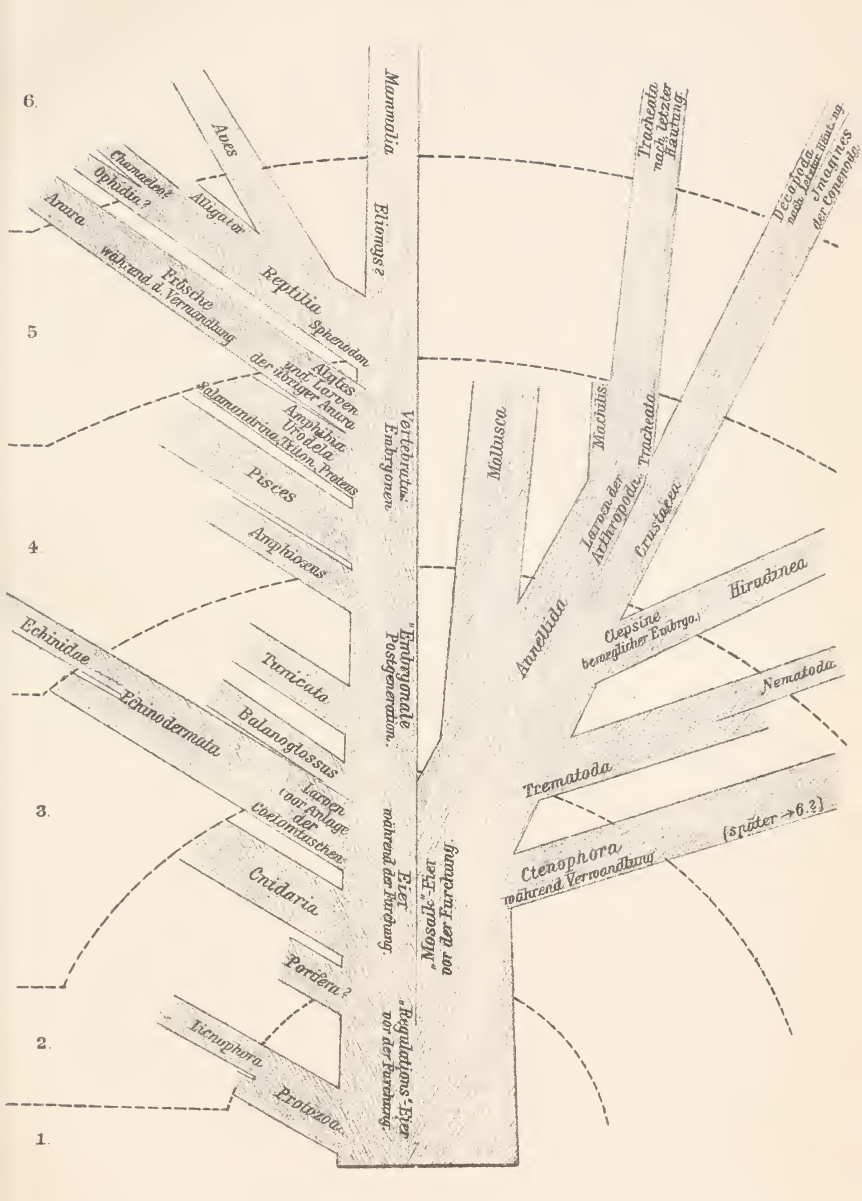
TAFEL XVI.

Regeneration in Ontogenese und Phylogenese.

Diagrammatische Darstellung der Abnahme der Regenerationsfähigkeit mit zunehmender Entwicklungsstufe des einzelnen Individuums (also in der Ontogenese) und der Arten (also in der Phylogenese), begründet in der Abnahme der embryonalen Wachstumsfähigkeit mit zunehmender Differenzierung. Es lassen sich (nach Przibram) sechs Stufen unterscheiden:

6. Die höchsten Formen regenerieren bloß Gewebsdefekte und ungegliederte einfache Hautbildungen (Schnäbel, Insektenflügel):
   Regeneration der Gewebe.
5. Bei etwas niedrigeren Typen kann der Schwanz in beträchtlichem Umfange wiedererzeugt werden:
   Regeneration des Schwanzes.
4. Außer Schwanz können auch Gliedmaßen, Sinnesorgane und andere Körperabschnitte regeneriert werden, solange das Zentralnervensystem nicht mit entfernt wurde:
   Regeneration der Extremitäten:
3. Vollständige Regeneration selbst beträchtlicher Teile des Zentralnervensystems werden regeneriert, jedoch müssen alle Gewebearten vorhanden sein, wenn es sich um dreiblätterige Formen handelt:
   Regeneration der Organsysteme.
2. Bei den zweiblätterigen Formen pflegen ebenfalls beide Keimblätter notwendig zu sein:
   Regeneration der Primitivorgane.
1. Die niedrigsten, einzelligen Tiere regenerieren auf jedem lebensfähigen, kernhaltigen Stück:
   Regeneration der Zelle.





H. Przibram

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.












G.E. STECHERT & Co.
(ALFRED HAFNER)
NEW YORK

